A. I. ȘAPIRO

REPARAREA UTILAJULUI ÎN UZINELE CHIMICE

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

A. I. ŞAPIRO

REPARAREA UTILAJULUI ÎN UZINELE CHIMICE

TRADUCERE DIN LIMBA RUSĂ

EDITURA TEHNICĂ
BUCUREŞTI-1960

Scanned with OKEN Scanner

În carte sînt expuse problemele principale referitoare la tehnologia reparării maşinilor şi aparatelor din uzinele chimice.

Prima parte a lucrării tratează despre organizarea reparării utilajului, sistemele de reparaţii şi planificarea lor. Se insistă asupra degradării pieselor în timpul exploatării şi se descriu metodele de recondiţionare. Această parte se încheie cu metodele generale de demontare şi asamblare a utilajelor reparate. În partea a doua se dă tehnologia reparării unor maşini tipice cum sînt: compresoarele, pompele centrifuge, filtrele, morile, concasoarele, cuptoarele rotative, valţurile, calandrele, malaxoarele etc. De asemenea se studiază repararea recipienţilor şi a diverselor piese auxiliare.

Cartea este un îndrumător pentru lucrătorii din industria chimică, metalurgică, industria hîrtiei, alimentară şi farmaceutică, însă poate fi utilizată şi de către studenţii facultăţilor şi elevii şcolilor medii de mecanică.

А. Я. ШАПИРО

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ

ГОСХИМИЗДАТ, 1958

Control ştiinţific : Ing. A. Muscan

Redactor responsabil de carte : Ing. Z. Slabu
Tehnoredactor : B. Negreanu

Dat la cules 25-11-59. Bun de tipar 03-02-60. Hîrtie semivelină de 65 g/m². 61×86/16. Coli editoriale 26,81. Coli de tipar 26,75. Comanda R. 4974. A 06089 ; E. 21622. Indicele de clasificare pentru bibliotecile mari 66.02.004.67. Indicele de clasificare pentru bibliotecile mici 66.

Tiparul executat sub com. Nr. 91.669 la Combinatul Poligrafic Casa Scînteii „I. V. Stalin", Bucureşti — R.P.R.

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚA EDITURII TEHNICE

Dezvoltarea impetuoasă a industriei chimice în țara noastră, industrie menită să pună în valoare imensele bogății naturale ale solului și subsolului patriei, se traduce în viață prin construirea de fabrici și uzine chimice noi, prin crearea de combinate înzestrate cu cele mai moderne instalații, cu agregate de mare productivitate, cu procese tehnologice mecanizate și automatizate în cea mai mare măsură.

Menținerea în stare perfectă de funcționare a instalațiilor și mașinilor din aceste uzine, printr-o exploatare rațională și prin efectuarea la timp a lucrărilor de reparații, este o problemă care trebuie să preocupe pe toți acei care sînt chemați să lucreze și să producă cu aceste utilaje moderne.

În prezent, serviciile mecanicului șef din combinatele, uzinele și fabricile noastre chimice, însărcinate cu asigurarea bunei funcționări a instalațiilor și agregatelor, se conduc în activitatea lor după principiul sistemului de reparații preventiv planificate, aplicat la condițiile locale de stare a utilajelor. Se duce totodată o luptă permanentă de scurtarea timpilor de oprire pentru reparații, la acele utilaje ce nu pot fi reparate „din mers" (fără întreruperea producției).

În ceea ce privește tehnologia reparațiilor, aceasta se bazează mai mult pe tradiția fiecărei uzine, factorul științific-organizatoric fiind înlocuit cu rutina.

Combinatele și uzinele chimice, care s-au pus și se vor pune în funcțiune în viitor, reclamă un personal de întreținere și reparații mai numeros și de calificare mai înaltă, datorită mecanizării și automatizării avansate a proceselor tehnologice. Într-o uzină chimică modernă, unde munca manuală este exclusă aproape complet, deci cu o mecanizare și automatizare avansate, personalul de întreținere și reparații reprezintă 30—40% din totalul personalului uzinei.

Pentru acoperirea acestui necesar de cadre se pregătește astăzi un număr însemnat de tineri în școli profesionale, medii și superioare, specializați pe diferite ramuri de activitate.

Scanned with OKEN Scanner

Acestor cadre tinere, cărora le revine sarcina de a exploata, întreține și repara utilajele și instalațiile din uzinele chimice moderne, le este necesară o literatură tehnică de specialitate, care să le ajute la rezolvarea problemelor de întreținere și reparații ce le stau în față.

Lucrarea de față, intitulată „Repararea utilajului în uzinele chimice," este prima de acest gen apărută în literatura noastră tehnică, ea tratînd în ansamblu toate problemele legate de reparații, ca: sisteme, planificare, aprovizionare cu piese de schimb și materiale, organizarea și, ceea ce este mai important și nou, tehnologia însăși a reparațiilor.

Autorul a reușit, prin sistematizarea materialului, să separe și să prezinte pe capitole aspectele de planificare de cele de execuție, punînd accentul pe acestea din urmă.

În afară de problemele de plan și de tehnologie amănunțită a reparațiilor, în carte sînt tratate pe larg cauzele care duc la deteriorarea utilajelor în timpul exploatării și se arată metodele de înlăturare sau ameliorare a acestor cauze, pentru prelungirea vieții utilajelor și a instalațiilor.

Aplicarea în tehnologia reparațiilor a metodelor moderne de recondiționare a unor piese, arătate în cuprinsul cărții, ca metalizarea, încărcarea prin sudură în condiții speciale etc., descrise pe larg de autor, va duce la obținerea de succese în realizarea de reparații ieftine și la scurtarea timpului de scoatere din producție a mașinilor și agregatelor ce trebuie reparate.

Precizarea tuturor detaliilor, pentru o serie de mașini, împărțite pe capitole, în care sînt arătate toate condițiile fizico-mecanice (toleranțe, jocuri, serajuri), metodele de lucru pentru obținerea toleranțelor și pentru măsurarea lor, condițiile de material și înlocuitori în anumite situații, succesiunea lucrului, timpii de lucru și cei de oprire, sînt elemente care vin direct în sprijinul personalului ce se ocupă cu executarea reparațiilor.

Cartea cuprinde o serie de metode înaintate, utilizate în uzinele chimice din U.R.S.S., pe care autorul le descrie în capitolele V-XI, în legătură cu aplicarea lor la repararea mașinilor, utilajelor și instalațiilor tratate în aceste capitole.

De altfel, din aceste capitole, în care se tratează amănunțit tehnologia reparațiilor la o serie de mașini și utilaje, iese peste tot în relief partea practică, ceea ce denotă că autorul s-a documentat la fața locului în uzină, a cules și selecționat metodele cele mai bune.

Cartea are marele merit de a generaliza și populariza experiența în lucrările de reparații a muncitorilor din industria chimică a U.R.S.S. Ea nu trebuie să lipsească din biblioteca nici unei între-

Scanned with OKEN Scanner

prinderi și mai ales din biblioteca tehnică personală a inginerilor mecanici care fac parte din serviciile mecanicului șef din întreprindere.

Lucrarea este de asemenea un prețios auxiliar al inginerilor chimiști, șefi de secții chimice sau ingineri șefi de producție, ajutîndu-i să cunoască utilajul cu care lucrează, să-l întrețină și să-l exploateze mai bine, mai rațional, în fine, să înțeleagă că oprindu-l pentru reparații vor avea garanția sigură a realizării planului de producție pe o perioadă viitoare bine determinată.

Mecanicii șefi din uzinele noastre chimice și înrudite (ind. alimentară, prelucrarea țițeiului, ind. materialelor de construcții și altele) vor găsi în această carte un puternic sprijin și un ajutor efectiv în rezolvarea problemelor de reparații.

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Cartea de față este prima lucrare tipărită pentru probleme de tehnologia reparării mașinilor și aparatelor din industria chimică; lucrarea se adresează inginerilor și tehnicienilor din serviciile de reparații (mecanic șef) ale uzinelor chimice și poate servi ca manual ajutător la cursul „Tehnologia reparării utilajului în industria chimică", pentru studenții facultăților de mecanică ale institutelor tehnologice de învățămînt superior din U.R.S.S. Pe lîngă aceasta, cartea poate fi utilă și pentru elevii școlilor medii tehnice.

Tehnologia de reparare se bazează pe cunoașterea cauzelor și caracterului degradărilor utilajului în exploatare, a posibilităților de prelungire a timpului de exploatare a mașinilor și pe justa aplicare a diferitelor operații tehnologice de reparare.

Capitolele I—IV ale cărții tratează problemele generale care se ivesc cu ocazia reparării utilajului: principiile sistemului reparațiilor preventive planificate RPP (cap. I), considerentele moderne despre natura degradărilor pieselor de mașini și despre măsurile care duc la mărirea rezistenței lor la uzură (cap. II), metodele recondiționării pieselor (cap. III) și bazele procesului tehnologic privind repararea mașinilor (cap. IV).

În cursul expunerii materialului în aceste capitole, principiile generale privind repararea sînt precizate pentru condițiile speciale industriei chimice și sînt ilustrate cu exemple alese corespunzătoare.

Capitolele V—XI sînt consacrate problemelor speciale privind repararea mașinilor și aparaturii chimice.

Varietatea formelor constructive și tipurilor de mașini și aparate în diferite domenii ale industriei chimice nu face posibilă expunerea amănunțită a tuturor caracteristicilor lor privind reparațiile.

De aceea, în capitolele V—XI se scot în evidență procesele tehnologice privind repararea numai a acelor tipuri de mașini și aparate care se întrebuințează în mai multe ramuri ale chimiei.

Nu sînt tratate problemele reparării reactoarelor (aparatelor de reacție), care sînt specifice anumitor domenii ale industriei chimice și de aceea nu pot fi generalizate.

Scanned with OKEN Scanner

De asemenea, nu sînt tratate în această carte lucrările privind repararea construcțiilor, ca de exemplu: repararea zidăriei aparatelor încălzite cu foc direct, execuția și repararea căptușelii de cărămidă silicioasă a utilajului, execuția și repararea straturilor organice de protecție, a căror tehnologie este expusă amănunțit într-o serie de lucrări speciale.

La întocmirea cărții, autorul a folosit articole din revistele periodice sovietice, unele monografii privind problemele reparării, comunicări din publicații departamentale și, în special, experiența serviciilor de reparații a unui număr mare de uzine chimice, precum și experiența proprie a autorului.

Presupunînd că datorită noutății lucrării de largă generalizare a experienței de reparare a utilajului uzinelor chimice cartea de față nu este lipsită de unele deficiențe, autorul va primi cu recunoștință toate observațiile legate de ele, în scopul îmbunătățirii acestui manual.

Autorul exprimă recunoștință profesorului N. A. Kozulin, *conferențiarilor* N. M. Ivanov, V. I. Gostev, N. I. Taganov, *inginerilor* P. G. Udîma, V. A. Cerniavski, M. F. Barsukov, M. F. Mihalev, N. V. Ogariov, N. I. Kapustin *pentru indicațiile prețioase date cu ocazia recenziei manuscrisului.*

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

În procesul de exploatare a mașinilor, aparatelor și altor utilaje chimice, piesele se uzează și se modifică în permanență sub influența solicitării lor exterioare, a tensiunilor interioare și a acțiunilor de coroziune și de eroziune în cursul exploatării, ceea ce duce la modificări ale dimensiunilor și formei pieselor, la schimbarea proprietăților mecanice, structurale și chimice, mai întîi în straturile superficiale ale pieselor, iar după aceea și în profunzime. Suma unor asemenea fenomene, cînd se ajunge la o anumită limită determinată de destinația pieselor în mașină, devine un defect de exploatare, care se înlătură prin înlocuirea sau recondiționarea piesei, iar uneori a întregului agregat.

Metodele moderne de calcul și de execuție a pieselor contribuie la prelungirea însemnată a timpului de exploatare a mașinilor. În această direcție este antrenat întregul complex al mijloacelor științifice și tehnice moderne. Trecerea de la calcule aproximative de rezistență statică la calcule care iau în considerație oboseala materialului la solicitarea alternativă, sezisarea fenomenelor de concentrație a tensiunilor, alegerea materialelor antifricțiune și aplicarea metodelor ecruisajului superficial, toate acestea și multe alte metode se folosesc pentru prelungirea duratei de funcționare a mașinilor, dar ele nu exclud necesitatea reparațiilor.

Sistemele reparațiilor planificate, care urmează să fie realizate, trebuie să contribuie la ridicarea nivelului tehnic de exploatare a mașinilor și aparatelor și să ia în considerare inițiativa fruntașilor în producție în privința prelungirii intervalului de timp dintre două reparații. Organizarea gospodăriei de reparare trebuie să asigure o riguroasă planificare și pregătire a reparațiilor și să se bazeze pe cea mai modernă tehnologie.

Tehnologia reparării cuprinde cîteva etape principale:

1) demontarea mașinilor și stabilirea deteriorărilor;

2) repararea pieselor;

Scanned with OKEN Scanner

3) asamblarea subansamblelor și a mașinilor, în timpul căreia se efectuează operațiile de ajustare, montare și verificare;

4) încercarea mașinilor și aparatelor.

Pe lîngă aceasta, în intervalul de timp dintre două reparații se realizează recondiționarea și executarea pieselor de schimb.

Cu ocazia pregătirii pentru îndeplinirea complexului de operații prevăzut, în fața lucrătorilor din serviciile de reparații stau trei sarcini principale: asigurarea calității superioare a reparațiilor, reducerea timpilor morți pentru utilajul de bază și reducerea prețului de cost al reparațiilor.

Importanța rezolvării acestor sarcini nu trebuie justificată; ea impune necesitatea aplicării unor serii de măsuri tehnico-organizatorice:

1. Combinarea judicioasă a diferitelor metode de reparare (pe subansamble, pe agregat, înlocuirea mașinilor și aparatelor cu altele de rezervă, reparație fără oprirea producției în ateliere ș.a.m.d.). Alegerea metodei raționale de reparare rapidă și de calitate superioară trebuie să fie strict diferențiată, în funcție de specificul producției și de caracteristicile reparației mașinilor.

2. Aplicarea diverselor metode de mecanizare a operațiilor de demontare-montare și a dispozitivelor speciale de reparare.

3. Introducerea metodelor avansate de prelucrare și recondiționare a pieselor.

Tehnologia reparării utilajului uzinelor chimice, ocupîndu-se de recondiționarea mașinilor, selectează și sistematizează experiența largă a practicii reparațiilor, tratează problemele clasificării tehnologice și tipizării proceselor și creează baza științifică pentru proiectarea și calcularea tehnico-economică a proceselor de reparare a utilajului chimic.

Scanned with OKEN Scanner

BH

PARTEA ÎNTÎI

ORGANIZAREA ȘI TEHNOLOGIA REPARĂRII UTILAJULUI

CAPITOLUL I

SISTEMUL REPARAȚIILOR PREVENTIVE PLANIFICATE ALE UTILAJULUI DIN UZINELE CHIMICE

SISTEME DE REPARAȚII

Prin sistem de reparații se înțelege forma tehnico-organizatorică de asigurare a capacității de lucru a parcului de utilaje din uzină, la care întreținerea mașinilor în perioada dintre două reparații și repararea lor se face pe baza unui plan stabilit și cu întreruperi minimale ale funcționării agregatelor.

Sistemul planificat de gospodărie constituie o bază sigură pentru îmbunătățirea serviciului de reparații al întreprinderilor.

În U.R.S.S., în dezvoltarea sistemelor de reparații planificate se disting trei etape:

între anii 1923—1931, studierea problemelor de execuție rațională a reparațiilor, verificarea metodelor planificării lor la unele întreprinderi sub conducerea tehnică și organizatorică a unei organizații specializate, Remnaștrest (Trustul pentru repararea mașinilor);

între anii 1931—1940, crearea cîtorva variante ale sistemelor de reparații planificate și aplicarea lor la întreprinderile multor ramuri industriale: construcții de mașini, industria textilă, minieră, a materialelor de construcții, alimentară etc.

Din această perioadă datează elaborarea și aplicarea sistemului de reparații planificate în condițiile specifice ale uzinelor chimice.

Din anul 1941 și pînă în prezent se efectuează precizarea și adîncirea sistemelor de reparații preventive planificate, care pot fi reduse la trei variante organizatorice de bază:

1) sistemul de reparație pe baza constatărilor la revizie (RR);

2) sistemul reparațiilor preventive cu planificare rigidă (standard) (RPS);

3) reparație preventivă cu planificare controlată (RPP).

Elementele de bază ale fiecărui sistem de reparație sînt:

Scanned with OKEN Scanner

1) planificarea periodicității reparațiilor;
2) planificarea volumului fiecărei reparații;
3) termenul pentru care se face planificarea, respectiv termenul „de previziune".

În sistemul RR se planifică dinainte pentru un timp îndelungat doar reviziile, adică cea mai elementară categorie a reparațiilor. Reparațiile (curente, mijlocii și cele capitale) se planifică pentru luna următoare sau trimestru, atît ca termene cît și ca volum de lucrări pe baza constatărilor cu ocazia reviziilor.

În sistemul RPS se planifică dinainte termenele și volumul de lucrări (standardizate) pentru toate categoriile de reparații, iar reparațiile se efectuează la termenele prevăzute, indiferent de starea reală a utilajului la sfîrșitul intervalului de timp dintre două reparații.

Acest sistem este avantajos din punct de vedere al pregătirii și planificării (în același timp capacitatea de funcționare a mașinilor poate fi menținută în permanență la un nivel superior), dar nu ia în considerare toate posibilitățile de prelungire a duratei de funcționare a mașinilor.

Sistemul RPP îmbunătățește sistemul RR, întărind în el elementele planificării de perspectivă și creează o elasticitate, care lipsește în sistemul RPS.

În sistemul RPP se planifică în perspectivă (pentru un an) termenele și categoriile reparațiilor și reviziilor, dar volumul fiecărei reparații concrete poate să difere (în urma constatărilor după demontaj și a cercetării degradărilor) de volumul mediu planificat. Mai mult, în unele cazuri reparația prevăzută după graficul anual poate fi redusă la o categorie inferioară sau chiar înlocuită cu o revizie.

SISTEMUL ȘI METODELE DE REPARARE A UTILAJULUI ÎN UZINELE CHIMICE

Din punct de vedere al reparării și al exploatării, utilajul uzinelor chimice este deosebit de variat.

Totuși, forma generală de organizare a reparațiilor este peste tot sistemul RPP, a cărui elasticitate permite aplicarea lui în condiții variate de producție.

Sistemul RPP prevede asigurarea completă a capacității de funcționare a mașinilor, atît în timpul exploatării, cît și prin oprirea lor din timp pentru reparație.

Scanned with OKEN Scanner

În intervalul de timp dintre două reparații se efectuează ungerea sistematică a mecanismelor, curățirea periodică, vopsirea utilajului, lichidarea zilnică a defectelor mici cu ajutorul operatorilor și al lăcătușilor de întreținere, toate acestea avînd o mare însemnătate pentru prelungirea duratei de funcționare a mașinii.

Exploatarea excelentă în perioada dintre două reparații micșorează necesitatea reparațiilor, dar nu o elimină. Tehnologia efectuării reparațiilor constituie un element important în sistemul RPP și permite următoarele variante principale ale reparațiilor.

I. *După locul efectuării lucrărilor*:

a) reparație la locul de instalare a mașinilor;

b) reparație cu demontarea mașinii și transportul ei în atelierul de reparații, unde se efectuează toate lucrările și o parte din operațiile de control, după efectuarea reparației;

c) reparația „scheletului" mașinii la locul ei de instalare, iar a unor subansamble, în atelierul de reparații.

II. *După metoda pregătirii și efectuării reparațiilor*:

a) repararea individuală a mașinilor, care se demontează pînă la îndepărtarea completă a pieselor uzate, conform volumului reparației de categoria prevăzută. Reparația și înlocuirile se efectuează pentru fiecare piesă din stocul pieselor de schimb păstrate la depozit;

b) reparație pe subansamble, caracterizată prin demontarea și schimbarea subansamblelor deteriorate cu subansamble de rezervă pregătite. (Reparația subansamblelor degradate și demontate se face în intervalul de timp dintre două reparații). În felul acesta pot fi reparate multe tipuri de mașini, de exemplu mașini centrifugale (schimbarea subansamblului complet al rotorului), mașini cu piston (schimbarea subansamblelor pistonului, a supapelor etc.), aparate mici cu tambur rotativ (schimbarea subansamblului de lagăre cu role) ș.a.m.d., în cazul cînd există un număr mare de mașini de același tip;

c) reparație pe agregat cu schimbarea din rezervă nu a unor subansamble, ci a complexelor lor mai mari, denumite în cazul de față agregate (ca exemple pentru agregate care se pot schimba în acest fel pot servi reductoarele morilor mari cu bile sau ale altor aparate cu tambur rotativ și acționările tip ale amestecătoarelor);

d) înlocuirea mașinilor ce trebuie reparate cu o mașină completă de rezervă, repararea mașinii demontate urmînd să se efec-

Scanned with OKEN Scanner

tueze într-un timp nelegat de oprirea instalației. Această metodă, de obicei, coincide cu grupa de clasificare Ib.

III. *După planificarea reparațiilor în timp*:

a) reparația utilajului din uzină repartizată uniform în cursul întregului an, care asigură încărcarea cea mai avantajoasă a atelierelor și brigăzilor de reparație. În cazuri particulare, își găsește aplicare repartizarea în timp a reparațiilor de mașini mari pe diferite subansamble;

b) concentrarea utilajului din uzină (atelier) pentru reparație pentru o perioadă scurtă de întrerupere a funcționării, comună pentru toate sau majoritatea mașinilor și aparatelor (în general în secții cu regim continuu de funcționare, de acid sulfuric, clor și altele);

c) concentrarea reparațiilor pentru o anumită perioadă a anului (sezon), cea mai potrivită pentru efectuarea reparațiilor, sau pentru o perioadă de încărcare insuficientă a instalației (termocentrale, stații frigorifice, secții sau părți de secții așezate în afara clădirilor etc.).

În toate cazurile arătate trebuie respectate intervalele de timp între două reparații ale fiecărei mașini, pentru a se asigura funcționarea lor fără accidente.

Efectuarea reparațiilor după varianta IIIa are, în multe privințe, avantaje substanțiale în comparație cu varianta IIIb.

Intervalele de timp între două reparații pentru diferite mașini nu pot fi egale (așa cum presupune în fond varianta IIIb), fără știrbirea capacității de lucru a mașinilor cu durata de funcționare cea mai scurtă.

De asemenea diferă și volumele de reparație a mașinilor oprite simultan, din care cauză o parte din utilajul reparat stă în așteptarea terminării tuturor reparațiilor în uzină (secție).

Exemple de trecere judicioasă la varianta IIIa, în condițiile complexe ale producției de acid sulfuric, sînt expuse în articolul lui K. V. P a n o v [1]), și în mod just sînt considerate de autor drept metode avansate de reparație. La una dintre fabricile de producerea acidului sulfuric prin metoda de contact, înzestrată cu două linii de producție paralele, repararea aparatelor fiecărei linii de absorbție se efectuează alternativ, fără oprirea cuptoarelor și fără întreruperea aparatelor de contact. Pentru aceasta au fost făcute racordări provizorii corespunzătoare conductelor de gaze; cuptoarele și aparatele de contact pentru o linie continuă să

[1]) K. B. P a n o v. Хим. пром., Nr. 1, 6 (1951).

Scanned with OKEN Scanner

funcționeze cu productivitate redusă. Repararea cuptoarelor în cadrul aceleiași variante nu este legată de oprirea liniilor și se efectuează după un grafic uniform.

În fiecare întreprindere trebuie să fie concretizate condițiile specifice ale efectuării reparațiilor rapide, respectiv să fie aleasă metoda pregătirii reparației și locul ei de execuție, ținînd seamă de metodele înaintate de demontare, de prelucrare a pieselor în timpul reparației și de asamblare.

Eficacitatea modului diferențiat de alegere a formelor de organizare, cu ocazia rezolvării problemelor trecerii la reparații rapide în industria chimică, iese în evidență din următoarele exemple:

1. Instalația de polimerizare a divinilului în fază gazoasă la uzinele de cauciuc sintetic se compune din agregate care conțin un reactor de polimerizare, un răcitor și o suflantă centrifugală. Datorită necesității reparării destul de frecvente a răcitorului, la uzină se aplică metoda de reparare cu demontarea și înlocuirea răcitorului cu un altul reparat, de rezervă; în acest fel oprirea instalației în ansamblu s-a redus de la 8 la 3 zile. Soluția aplicată este indicată în acele secții în care funcționează în paralel o serie de agregate.

2. În aceeași uzină periodicitatea reparației valțurilor de curățire este determinată de viteza uzurii suprafețelor de lucru ale cilindrilor-tabliilor. Pentru repararea cilindrilor, valțurile se demontau și se reparau în atelierul mecanic, oprindu-se instalația pentru 10—15 zile. La propunerea lăcătușului D o l g o v, uzina a trecut la repararea mașinilor pe loc (la instalație), prin rodarea cilindrilor unul cu altul folosind o pastă abrazivă specială. În felul acesta oprirea instalației pentru reparație s-a redus la o singură zi, așa că această metodă de reparare poate fi calificată drept rapidă.

3. La o altă uzină trecerea la repararea aparatelor tubulare (instalate la o înălțime mare) fără demontare, adică la locul lor în instalație, a asigurat reducerea timpului de oprire a instalației de 1,5—2 ori. În acest caz, reparația rapidă a fost realizată cu forme organizatorice opuse celor arătate în exemplul 1.

4. La uzina de înnobilare din Balhaș[1]), reparația morilor cu bile, cu un tambur de 2 700 mm diametru și de 3 600 mm lungime, se efectuează prin demontarea unor subansamble mari, iar ca subansamble de rezervă se folosesc tamburi dinainte căptușiți.

---

[1]) P. P. M a t i u ș i n, Цветные металлы, Nr. 1 (1952).

Scanned with OKEN Scanner

În timp ce căptușirea tamburului nedemontat necesită 56 ore de oprire, înlocuirea tamburului uzat cu unul de rezervă a redus oprirea la 14 ore.

Numărul însemnat al morilor de același tip, folosite în instalație, a permis uzinei să-și completeze doi tamburi de rezervă și să treacă la forma organizatorică destul de neobișnuită (pentru mașini atît de grele) de reparație rapidă prin înlocuirea subansamblelor mari.

PLANIFICAREA REPARAȚIILOR ÎN SISTEMUL RPP

Ca date inițiale pentru planificarea reparațiilor se folosesc periodicitatea și volumul reparațiilor fiecărui utilaj, care la rîndul lor depind de caracteristica de reparație a mașinii.

Viteza de uzură a pieselor, din care este compusă mașina, depinde, după cum se arată în capitolul II, de o serie de factori:

1) mărimea solicitărilor specifice și a vitezelor suprafețelor de lucru ale fiecărei piese, la încărcarea reală a mașinii în ansambu;

2) calitatea materialului piesei;

3) calitatea prelucrării piesei;

4) calitatea ungerii și modul de ungere;

5) acțiunea de coroziune și eroziune a substanței care se prelucrează în mașină sau a mediului ambiant.

Deci, uzura în fiecare subansamblu și piesă este determinată de factori constructivi (punctele 1 și 2), tehnologici (punctul 3) și de exploatare (punctele 1, 4 și 5).

Mărimea absolută a uzurii influențează volumul reparației, iar viteza uzurii determină intervalul de timp dintre două reparații și periodicitatea reparației.

Pe de altă parte, repararea fiecărei mașini include demontarea și asamblarea, pentru care, volumul lucrărilor ce trebuie executate depinde nu numai de uzura pieselor, ci și de amplasarea lor în mașină, de greutatea și gabaritele subansamblelor și pieselor. Astfel, asupra volumului și periodicității reparațiilor influențează o sumă de factori constructivi, tehnologici și de exploatare, care constituie caracteristica de reparație a mașinii de un anumit tip, care funcționează în producție într-un regim de lucru dat.

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristica de reparaţie a maşinilor trebuie să fie considerată drept punctul de plecare pentru determinarea periodicităţii şi a volumului de reparaţii.

Prin periodicitatea reparaţiei trebuie înţeles repetarea ciclică a diferitelor categorii (după volumul lor) de reparaţii într-un interval determinat de timp.

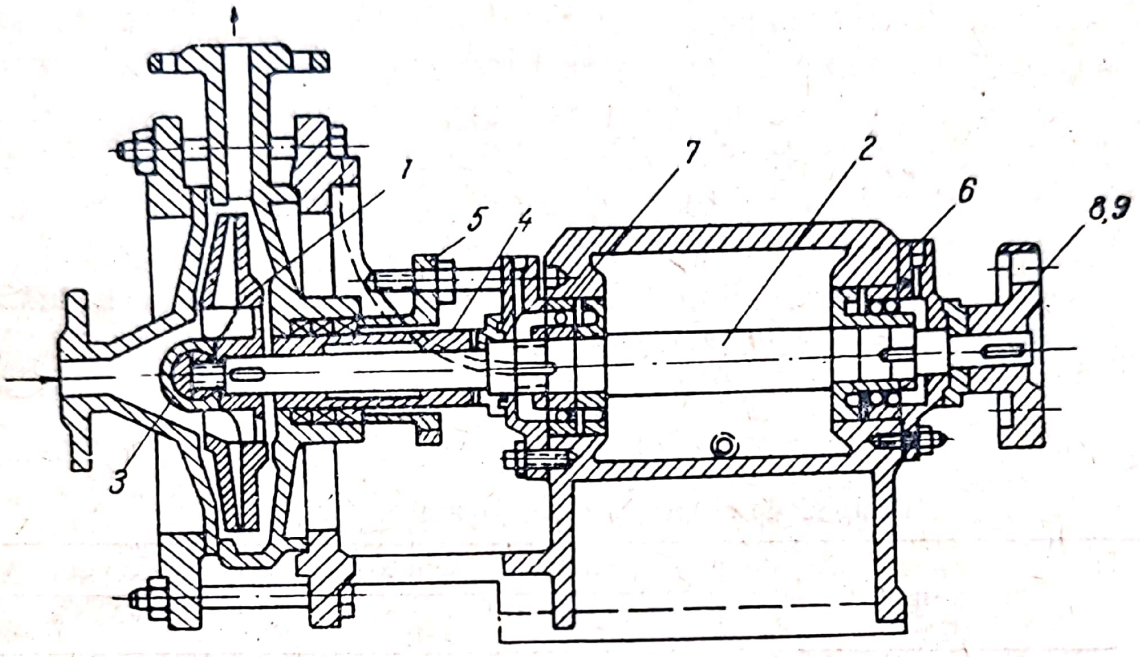


Fig. 1. Pompă centrifugă de acid:
1 — rotor; *2* — arbore; *3* — căpăcel; *4* — bucşă de protecţie; *5* — bucşa presgarniturii din oţel; *6* — presetupă; *7* — rulmenţi cu bile; *8* — bolţ; *9* — garnituri.

Uzura pieselor în limitele admise se produce la diferite piese cu viteze diferite, iar limitele admisibile ale uzurii sînt şi ele diferite.

În consecinţă, unele piese ale maşinii necesită înlocuirea mai frecventă, altele mai rară, iar înlocuirea pieselor poate pretinde diferite consumuri de manoperă. De aceea se ivesc astfel de categorii de reparaţii, ca: revizie, reparaţie curentă, reparaţie mijlocie şi reparaţie capitală.

Intervalul de timp între două reparaţii capitale succesive se numeşte ciclu de reparaţie şi este determinat de durata de funcţionare a principalelor părţi ale maşinii. În intervalul dintre reparaţiile capitale se prevăd reparaţiile mijlocii şi cele curente (pe baza duratei de funcţionare a pieselor, care se uzează repede, dar care se înlocuiesc uşor), precum şi reviziile.

Dependenţa duratei şi structurii ciclului de reparaţie de durata de funcţionare a pieselor este arătată în exemplul exploatării pompei centrifuge de acid cu o treaptă (fig. 1).

Scanned with OKEN Scanner

Reparațiile capitale se prevăd după 8 640 ore de funcționare (un an), lucrul în 3 schimburi, deci după durata de funcționare a rotorului *1*, precum și a căpăcelului *3* și a inelului presetupei *5*; reparațiile medii devin necesare după 2 160 ore de funcționare datorită uzurii arborelui *2*, a bucșei de protecție *4* și a boltului *8*; reparațiile curente se efectuează după 720 ore de funcționare a rulmenților cu bile *7* și a garniturilor, și, în sfîrșit, reviziile pentru înlocuirea sau completarea garniturii la presetupă, înlocuirea uleiului etc. trebuie să se efectueze după 240 ore (10 zile).

Din tabela 1 se vede că în volumul fiecărei reparații de categorie superioară sînt incluse toate lucrările de înlocuire a pieselor, corespunzătoare categoriilor inferioare; astfel, de exemplu, la reparația capitală se înlocuiesc toate piesele prevăzute a fi înlocuite și la reparațiile curente și medii.

Tabela 1

Graficul de reparații al unei pompe centrifuge

Piesa	Durata de funcționare a pieselor, ore												
	720	1 440	2 160	4 320			6 480			8 640			
Rotor *1*	+												+
Arbore *2*	+						+						+
Căpăcel *3*	+												+
Bucșă de protecție *4*	+						+						+
Presetupa *5*	+												+
Garnitura la presetupa *6*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rulmenți cu bile *7*	+			+			+			+			+
Boltul cuplajului *8*	+						+						+
Bucșa boltului de cuplaj *9*	+			+			+			+			+
Intervalele de timp: Intre revizii													
← Intre → reparațiile curente													
← Intre reparațiile → medii													
←Intre reparațiile capitale (ciclul de reparație)→													

În intervalul unui ciclu de funcționare, capacitatea de lucru a mașinii scade treptat, dar prin reparația capitală ea trebuie

Scanned with OKEN Scanner

să fie readusă la valoarea sa nominală, după cum se arată în fig. 2.

Prin capacitatea de lucru se înțeleg principalele caracteristici funcționale ale mașinii (performanțele, ca de exemplu debitul și presiunea compresorului, debitul și presiunea pompei, factorul de separare la centrifuge ș.a.m.d.).

Volumul fiecărei categorii de reparație depinde de nomenclatorul pieselor care se înlocuiesc la reparația respectivă și de di-

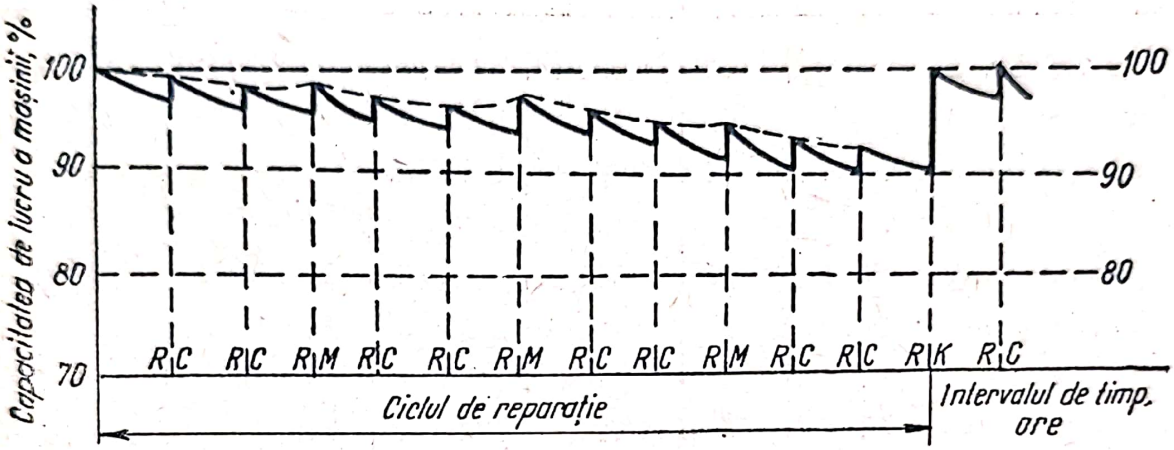


Fig. 2. Graficul scăderii capacității de lucru a mașinii în cadrul unui ciclu.

ficultatea procesului de înlocuire (a demontării, cercetării defectelor, ajustării, asamblării, încercării) sau de recondiționare a pieselor și se exprimă în ore-om, ruble, sau în unități convenționale ale „*complexității de reparație*".

Periodicitatea și volumul reparațiilor se revăd sistematic și se cercetează pe baza studiului funcționării utilajului și a experienței obținută în exploatare la uzinele ramurii respective de industrie, ceea ce se reflectă în normele departamentale și servește ca bază pentru graficul anual de RPP al utilajului pentru fiecare secție sau obiect al uzinei (tabela 2).

Însumînd durata opririlor pe graficul RPP de la stînga la dreapta, se obține oprirea planificată pentru reparații într-un an, oprire care variază pentru diferite grupuri de secții chimice de la 4—5% pînă la 12—15%.

Însumînd volumurile de manoperă de sus în jos pentru o lună se determină încărcarea atelierelor și brigăzilor de reparație pe secții și pe uzină în ansamblu (în ore-om).

Totalurile consumurilor de manoperă pe lună trebuie să asigure uniformitatea încărcării bazei de reparație a uzinei. Corectura necesară pentru obținerea unei încărcări constante a atelierelor

să fie readusă la valoarea sa nominală, după cum se arată în fig. 2.

Prin capacitatea de lucru se înțeleg principalele caracteristici funcționale ale mașinii (performanțele, ca de exemplu debitul și presiunea compresorului, debitul și presiunea pompei, factorul de separare la centrifuge ș.a.m.d.).

Volumul fiecărei categorii de reparație depinde de nomenclatorul pieselor care se înlocuiesc la reparația respectivă și de di-

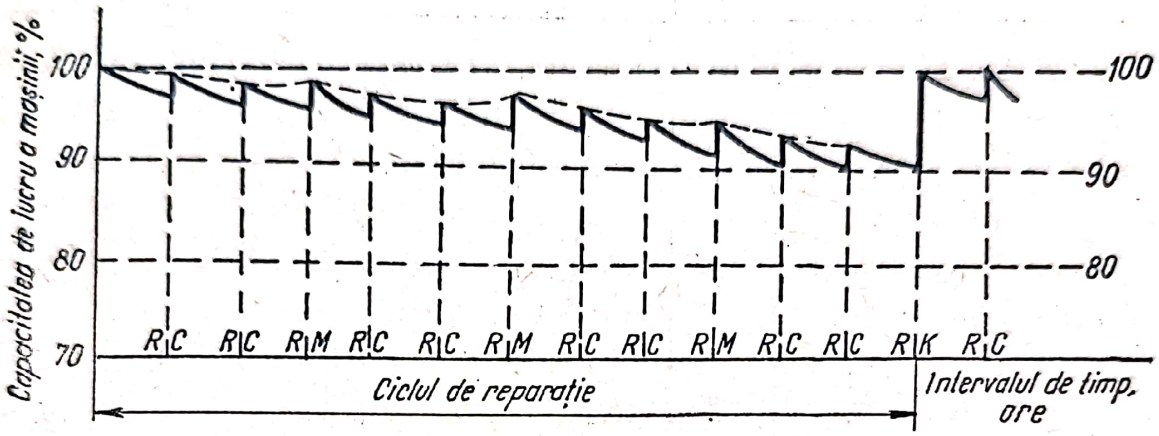


Fig. 2. Graficul scăderii capacității de lucru a mașinii în cadrul unui ciclu.

ficultatea procesului de înlocuire (a demontării, cercetării defectelor, ajustării, asamblării, încercării) sau de recondiționare a pieselor și se exprimă în ore-om, ruble, sau în unități convenționale ale „*complexității de reparație*".

Periodicitatea și volumul reparațiilor se revăd sistematic și se cercetează pe baza studiului funcționării utilajului și a experienței obținută în exploatare la uzinele ramurii respective de industrie, ceea ce se reflectă în normele departamentale și servește ca bază pentru graficul anual de RPP al utilajului pentru fiecare secție sau obiect al uzinei (tabela 2).

Însumînd durata opririlor pe graficul RPP de la stînga la dreapta, se obține oprirea planificată pentru reparații într-un an, oprire care variază pentru diferite grupuri de secții chimice de la 4—5% pînă la 12—15%.

Însumînd volumurile de manoperă de sus în jos pentru o lună se determină încărcarea atelierelor și brigăzilor de reparație pe secții și pe uzină în ansamblu (în ore-om).

Totalurile consumurilor de manoperă pe lună trebuie să asigure uniformitatea încărcării bazei de reparație a uzinei. Corectura necesară pentru obținerea unei încărcări constante a atelierelor

GRAFICUL

pentru reparaţii preventive, planificate

Utilajul	Coeficientul de utilizare în timp %	Norme de timp pentru funcţionarea neîntreruptă între reparaţii (numărător) şi a opririlor pentru reparaţii (numitor), ore			Data şi notarea convenţională a ultimei reparaţii
		la reparaţii curente	mijlocii	capitale	
Vas de vid Nr. 1	75	720/8	8 640/96	25 920/240	M_{51}^{II}/K_{50}^{II}
Vas de vid Nr. 2	75	620/8	8 640/96	25 920/240	M_{51}^{V}/K_{48}^{III}
Pompă centrifugă Nr. 1..	25	2 160/4	6 480/48	—	C_{51}^{VI}/M_{50}^{IV}
Pompă centrifugă Nr. 2..	25	2 160/4	6 480/48	—	C_{51}^{XI}/M_{46}^{II}
Pompă cu roţi dinţate Nr. 1	25	720/8	8 640/48	17 280/72	M_{48}^{I}/K_{51}^{V}
Pompă cu roţi dinţate Nr. 2	25	720/8	8 640/48	17 280/72	M_{50}^{IV}/K_{44}^{VII}
Vas de esterificare Nr. 1	90	720/8	4 320/48	12 690/720	M_{51}^{X}/K_{50}^{X}
Vas de esterificare Nr. 2	90	720/8	4 320/48	12 690/720	M_{51}^{VI}/K_{51}^{XI}
Agregat de concasare şi măcinare	50	720/8	8 640/96	17 280/168	M_{49}^{V}/K_{51}^{X}
Vas cu amestecător Nr. 1	75	1 440/24	12 960/96	25 920/240	M_{50}^{X}/K_{48}^{X}
Vas cu amestecător Nr. 2	75	1 440/24	12 960/96	25 920/240	M_{50}/K_{48}^{VI}
Vas cu amestecător Nr. 3	75	1 440/24	12 960/96	25 920/240	$M_{48}^{VIII}/K_{50}^{XII}$
Maşină de impregnare Nr. 1	100	720/16	8 640/96	25 920/240	M_{51}^{VIII}/K_{49}^{I}
Maşină de impregnare Nr. 2	100	720/16	8 640/96	25 920/240	M_{51}^{VII}/K_{49}^{IX}
Presă pentru plăci (2 000 t) Nr. 1	100	2 160/8	8 640/72	43 200/240	M_{51}^{II}/K_{49}^{III}
Presă pentru plăci (2 000 t) Nr. 2	100	2 160/8	8 640/72	43 200/240	M_{51}^{VI}/K_{48}^{II}
Tambur de amestecare ..	90	2 160/8	8 640/48	25 920/120	$M_{51}^{VII}/K_{50}^{VII}$
Pompă hidraulică de înaltă presiune Nr. 1	50	720/4	4 320/48	17 280/144	M_{51}^{X}/K_{48}^{XI}
Pompă hidraulică de înaltă presiune Nr. 2	50	720/4	4 320/48	17 280/144	M_{51}^{VIII}/K_{50}^{V}
Pompă hidraulică de înaltă presiune Nr. 3	50	720/4	4 320/48	17 280/144	M_{51}^{V}/K_{48}^{V}
Acumulator hidropneumatic	100	720/8	8 640/72	25 920/96	M_{51}^{XI}/K_{50}^{XI}

T o t a l volum de lucrări la reparaţii medii şi capitale, om-oră
T o t a l volum de lucrări la reparaţii curente, om-oră
Intregul volum de lucrări, om-oră

O b s e r v a ţ i e. În tabela de faţă: C este reparaţie curentă, M — reparaţie mijlocie sidera opririle pentru reparaţii.

1) Aci şi în continuare indicele de sus înseamnă durata opririi pentru reparaţii iar

ANUAL

Tabela 2

ale utilajului pe anul 1952

Trimestrul I			Trimestrul II			Trimestrul III			Trimestrul IV			Opririle anuale pt. reparatii, ore	Fondul anual de timp de lucru, ore	Opririle planificate pt. toate categoriile de reparaţie %
ian.	feb.	mart.	apr.	mai	iunie	iulie	aug.	sept.	oct.	nov.	dec.			
C_{24}^{8} [1]	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	M_{180}^{96}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	184		2
C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	K_{400}^{240}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	338		4
—	—	—	—	—	C_{8}^{4}	—	—	—	—	—	—	4		—
—	M_{24}^{48}	—	—	—	—	—	—	—	—	C_{8}^{4}	—	52		0,6
M_{30}^{48}	—	—	—	C_{20}^{8}	—	—	—	C_{20}^{8}	—	—	—	64		0,8
—	—	C_{20}^{8}	—	—	—	K_{60}^{12}	—	—	—	C_{20}^{8}	—	28		0,3
C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	K_{400}^{720}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	M_{120}^{48}	848		10
M_{120}^{48}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	M_{120}^{48}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	C_{24}^{8}	176		2
—	C_{32}^{8}	—	C_{32}^{8}	—	C_{32}^{8}	—	C_{32}^{8}	—	C_{32}^{8}	—	C_{32}^{8}	48		0,5
C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	—	K_{400}^{240}	—	—	312		3
M_{240}^{96}	—	—	—	C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	168		2
—	—	C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	—	C_{48}^{24}	—	—	M_{240}^{96}	168		2
C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	K_{300}^{240}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	416		5
C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	K_{300}^{240}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	C_{24}^{16}	416		5
—	M_{300}^{72}	—	—	C_{24}^{8}	—	—	C_{24}^{8}	—	—	C_{24}^{8}	—	96		1
—	—	C_{24}^{8}	—	—	M^{72}	—	—	C_{24}^{8}	—	—	C_{24}^{8}	96		1
—	C_{24}^{8}	—	—	C_{24}^{8}	—	—	M_{60}^{48}	—	—	—	C_{24}^{8}	72		0,9
C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	K_{160}^{144}	—	164		2
—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	C_{100}^{48}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	68		0,8
C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	K_{160}^{144}	—	C_{12}^{4}	—	C_{12}^{4}	—	M_{120}^{72}	—	248		2,8
C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	C_{16}^{8}	M_{120}^{72}	C_{16}^{8}	160		2
390	324	400	400	340	300	360	280	300	400	400	360			în
208	228	212	228	264	260	208	240	256	212	144	228			medie
598	552	612	628	604	560	568	520	556	612	644	588			3

8 640 de ore (funcţionare neîntreruptă 360 de zile lucrătoare pe an)

şi K — reparaţie capitală: în coloana a II-a coeficientul de utilizare este dat fără a se con-

cel de jos, volumul de muncă a reparaţiei de o anumită categorie, în om-oră.

de reparație se realizează prin mici modificări ale periodicității reparațiilor pentru unele mașini.

Graficul anual al RPP se ia ca bază pentru planificarea cheltuielilor, aprovizionarea cu piese de rezervă, completarea forțelor de muncă, pregătirea dispozitivelor de reparație, coordonarea reparațiilor cu lucrări de reconstrucție și modernizare. Reparațiile, după termenele și volumurile lor de lucrări reale, se planifică de către serviciul mecanicului șef în planurile operative lunare, iar pe fiecare secție de reparare, de către șefii de secție. Față de graficul anual planurile operative pot avea abateri, corectate pe baza constatărilor făcute cu ocazia reviziilor și în același timp, includ nu numai lucrările de reparație, dar și de confecționare a pieselor de schimb (pentru reparațiile din lunile următoare), de completare a inventarului și a dispozitivelor pentru ateliere, precum și prestările de serviciile aduse lucrărilor de investiții[1]).

PLANIFICAREA APROVIZIONĂRII CU PIESE DE SCHIMB

Realizarea aprovizionării din timp cu piese de schimb, făcută posibilă prin sistemul RPP, necesită o serie de măsuri organizatorice.

Confecționarea pieselor de schimb se bazează de obicei pe cooperarea bazei proprii de mașini-unelte din atelierul mecanic de reparație cu uzine mecanice centralizate pentru producerea pieselor de schimb, precum și cu uzinele constructoare de mașini-furnizoare ale mașinilor instalate în întreprinderea respectivă.

Accelerarea executării pieselor de schimb și, în același timp, ieftinirea și îmbunătățirea calității lor necesită tipizarea maximă a subansamblelor și detaliilor de mașini (atît la anumite uzine, cît și în ramuri întregi), precum și specializarea furnizorilor.

Lucrări pentru tipizarea subansamblelor și detaliilor diferitelor mașini și aparate au fost efectuate la unele uzine încă din anul 1930. Astfel, de exemplu, la Uzina Chimică din Dorogomilovsk, iar după aceea și la alte întreprinderi ale industriei de coloranți de anilină, numărul mare al mecanismelor de acționare pentru aparatele cu amestecător tip și dimensiuni diferite a fost redus la zece; astfel a devenit posibilă producția în serie a dispozitivelor de acționare cu melc și cu roți dințate conice, precum și a altor piese tip.

---

[1]) Îmbunătățirea în continuare a planificării poate fi obținută, după experiența unei uzine, trecînd la grafice zilnice ale reparațiilor. (Труды 1-го Всесоюзного совещания нефтяниковноваторов 1951, p. 292).

Scanned with OKEN Scanner

De asemenea, a fost depusă o muncă importantă la uzinele de materiale plastice pentru tipizarea garniturilor-manşetă, a supapelor de distribuţie etc.

La întreprinderile industriei de îngrăşăminte azotoase s-a reuşit tipizarea multor detalii ale garniturilor (în formă de lentilă), a unui suport special şi s-a organizat producţia acestuia în serie mare după o tehnologie modernă.

În acelaşi timp la unele uzine, în special în industria de cauciuc, sarcinile de tipizare a pieselor de schimb se află deocamdată într-un stadiu incipient de realizare.

Se observă o îmbunătăţire în problemele specializării uzinelor mecanice ale industriei chimice şi a atelierelor mecanice de reparaţie, ale întreprinderilor cooperatoare în domeniul producţiei unei serii de piese de schimb, datorită căreia se pune cu mai mult succes la punct producţia în serie a unor piese: a paletelor compresoarelor rotative, a segmenţilor de piston şi paletelor pentru compresoare de presiune înaltă, a pieselor pentru pompe din termosilid, a greblelor şi dinţilor din cuptoarele cu grătar, a roţilor dinţate cu modulul mare, a cilindrilor valţurilor, a calandrelor ş.a.m.d.

Pentru stabilirea mărimii lotului pieselor de schimb ce se comandă deodată, este necesar să se determine stocul lor de păstrare în depozit şi înainte de toate, să se împartă piesele în două grupe:

1) piese care se înlocuiesc sistematic datorită uzurii şi cărora în comandă li se poate atribui denumirea de „piese de schimb“ propriu-zise;

2) piese care se înlocuiesc rar, de exemplu numai la reparaţii capitale sau în urma avariilor şi a altor cauze neprevăzute, dar a căror prezenţă în stocul de rezervă este totuşi necesară pentru prevenirea opririi îndelungate a maşinilor principale; aceste piese se numesc „*piese de rezervă*“ convenţionale.

Stocul de rezervă al pieselor de schimb nu se stabileşte printr-o formulă generală de calcul, ci se determină pentru condiţiile concrete ale uzinei după experienţa mecanicilor-şefi.

Se indică ca stocul de rezervă al pieselor de schimb pentru fiecare piesă din nomenclator să fie determinat cu una dintre formulele de mai jos:

$$N = \frac{ADPK_AK_D}{T}, \qquad (1)$$

în care: N este stocul de rezervă al unei piese de o anumită denumire, de un anumit tip şi de o anumită dimensiune;

A — numărul maşinilor de acelaşi tip în funcţiune;

D este numărul de bucăţi al aceloraşi piese într-o maşină;
P — intervalul normal, pentru care trebuie creată rezerva (egal cu timpul necesar pentru întocmirea comenzii şi pentru confecţionarea pieselor), luni;
T — durata de funcţionare a pieselor respective, luni.

Valorile coeficienţilor K_A şi K_D sînt date în tabela 3.

Tabela 3

Coeficienţii K_A şi K_D pentru calculul stocului de rezervă a pieselor de schimb

A	K_A	A	K_D
1— 5	1	1	1
6—10	0,9	2	0,8
11—15	0,8	3—4	0,7
16—20	0,7	5—6	0,6
21—25	0,6	7—8	0,5
26—30	0,5	9—10	0,4
		11—12	0,3

$$N = D + 0{,}1A + \frac{0{,}5\sqrt{AD}}{K'_A K'_D}. \qquad (2)$$

Coeficienţii K'_A şi K'_D se determină cu următoarele formule:

$$K'_A = 1{,}5\sqrt{A} \text{ şi } K'_D = 1{,}5\sqrt{D}.$$

Mărimea stocului de rezervă N, determinată cu formula (1) sau (2), poate fi interpretată fie ca sezisare (pentru o nouă comandă), fie ca medie în decursul întregului timp de stocare.

Mărimea loturilor de piese de schimb L, comandate pentru completarea depozitului, se ia de obicei egal cu $1{,}3 \ldots 1{,}5N$.

Dacă comanda pieselor de schimb se face pe baza sezisării depozitului în momentul cînd stocul de piese a scăzut la valoarea N, atunci pînă la primirea acestor piese (adică peste P luni), restul la depozit coboară la zero, iar după aceea creşte imediat pînă la $L = (1{,}3 \ldots 1{,}5)N$. Acest sistem de aprovizionare se numeşte „*sistemul cu două puncte*".

Dacă comanda pieselor de schimb se face la scăderea stocului de piese din depozit pînă la o valoare $> N$, de exemplu la $(1{,}3 \ldots 1{,}5)N$, atunci peste P luni stocul se reduce pînă la $(0{,}3 \ldots 0{,}5)N$, iar după primirea lotului de piese comandate creşte pînă la $(1{,}6 \ldots 2)N$. Acest sistem de aprovizionare se numeşte „*sistemul cu trei puncte*"[minim $(0{,}3 \ldots 0{,}5)N$, mediu N şi maxim $(1{,}6 \ldots 2)N$].

Sistemul cu trei puncte întăreşte siguranţa în exploatare, dar în acelaşi timp măreşte cheltuielile de rulment ale uzinei

Scanned with OKEN Scanner

pentru o rezervă suplimentară de piese în depozit, de aceea acesta se aplică numai pentru asigurarea funcționării utilajelor principale, pe cînd sistemul cu două puncte este indicat pentru piesele de schimb ale tuturor celorlalte mașini.

Formulele (1) și (2), citate mai sus, au fost stabilite pe bază de statistică pentru condițiile de reparare a utilajelor din întreprinderile constructoare de mașini.

Cînd consumul de piese din depozit este deja stabilit, se poate recomanda determinarea stocului necesar de piese în depozit N, cu următoarea formulă simplificată:

$$N = PB \qquad (3)$$

în care : P este durata de confecționare a lotului de piese;
B — consumul mediu pe lună al pieselor din depozit.

Bineînțeles, valoarea statistică B corespunde fracției $\frac{ADK_AK_D}{T}$ din formula (1).

Piesele de schimb și de rezervă se păstrează în depozitul special, organizat într-o ordine bine gîndită, iar inventarul lor se stabilește ușor cu ajutorul fișelor de evidență, care indică în orice moment intrările, consumul și stocul (tabela 4).

Tabela 4

Forma fișei de depozit pentru piese de schimb

Denumirea întreprinderii			Fișă de evidență a piesei de schimb					
Denumirea mașinii			Denumirea piesei de schimb			Nr. piesei de schimb		
Nr. de inventar al mașinii	Nr. de bucăți într-o mașină		Stocul de rezervă		minim... maxim... de sezisare...	Nr. de desen		
Material	Gradul de uzinare		Greutatea piesei de schimb		Locul de păstrare	Stelaj raft sertar		
Costul mediu	Durata medie de confecționare		a unei piese a lotului de... buc.		Durata informativă de funcționare			
Data	Nr. comandă	Intrări		Ieșiri			Stoc	Comandat	Observații
		Nr. notei de livrare	Nr. buc.	Nr. cererii	Secție	Nr. buc.			

Deoarece unele piese pot fi comandate și păstrate în formă de semifabricate (turnate, forjate etc.), pentru fiecare stare a aceleiași piese trebuie întocmite fișe separate de evidență.

ELABORAREA TEHNOLOGIEI DE REPARARE

Tehnologia reparării aparatelor și mașinilor din industria chimică se elaborează prin întocmirea *„fișelor de operații planificate ale reparațiilor"* și a *„condițiilor tehnice"*, procedeu indicat în toate cazurile în care se exploatează un număr însemnat de mașini de același tip, cu aceleași caracteristici de reparație, la o singură uzină sau la cîteva cu același profil. Pentru justificarea cheltuielilor legate de întocmirea documentației tehnologice, are importanță nu numărul mașinilor pentru care se elaborează un proces tehnologic de reparație, ci numărul total al reparațiilor de mașini.

Astfel, de exemplu, pentru cinci mori cu ciocane de același tip, la care reparațiile medii se repetă după patru luni (la un regim de lucru în trei schimburi), numărul reparațiilor de mașini într-un an este de 10 reparații medii și cinci reparații capitale, ceea ce îndreptățește elaborarea documentației procesului tehnologic pentru toate reparațiile.

Trebuie subliniat că sistemul RPP, nefiind adîncit pînă la stadiul de introducere a fișelor tip de desfășurare a operațiilor reparațiilor planificate, rămîne incomplet, deoarece nu poate rezolva sarcina de reducere a timpului de oprire al mașinilor pentru reparații.

Elaborarea procesului tehnologic de reparare a mașinilor trebuie să dea indicații clare în privința:

1) volumului și ordinii demontajului pentru reparație (pentru fiecare categorie);

2) înșiruirii pieselor care trebuie înlocuite;

3) metodelor de prelucrare a pieselor care nu se înlocuiesc și de prelucrare finală a pieselor de schimb confecționate anterior;

4) ordinii și metodelor de asamblare;

5) condițiilor tehnice pentru controlul operațiilor și probe, cu indicarea metodelor de efectuare a operațiilor de control și a probelor;

6) înzestrării necesare cu dispozitive și cu instrumente speciale.

În baza acestui proces tehnologic se determină și se stabilesc următoarele:

1) compoziția numerică și calificarea echipei de reparație;

Scanned with OKEN Scanner

2) volumul total de lucrări și costul reparației;
3) durata opririi mașinii pentru reparație;
4) graficul tip al reparației.

Elaborarea desfășurată a procesului tehnologic pentru reparația capitală trebuie să includă descrierea tuturor lucrărilor, legate de executarea reparațiilor curente și medii.

Procesele tehnologice privind confecționarea sau recondiționarea pieselor de schimb se elaborează cu totul aparte. Cu această ocazie este indicată gruparea pieselor de același tip din diferite mașini, în scopul de a întocmi pentru ele fișe tehnologice, care în principiu nu se deosebesc de fișele întocmite pentru confecționarea pieselor în construcțiile de mașini, ținînd însă seamă de particularitățile indicate mai jos ale elaborării procesului tehnologic de confecționare a pieselor de schimb.

1. Nomenclatura limitată a mașinilor unelte din atelierele de reparație duce la necesitatea proiectării și utilizării diferitelor dispozitive la mașinile universale. Aceste dispozitive permit efectuarea unor operații nespecifice pentru tipul respectiv de mașină, ca șlefuirea suprafețelor pe raboteze, broșarea orificiilor profilate pe strunguri, tăierea dinților la roți melcate cu cuțite, rectificarea orificiilor cu mașini de găurit, lustruirea arborilor pe strunguri ș.a.m.d.

2. Cerințele rigide ale interșanjabilității pieselor care se uzează rapid impun uneori proiectarea de dispozitive pentru mașini, chiar în cazul confecționării pieselor în loturi mici.

3. Într-o serie de cazuri piesele de schimb se confecționează cu adaos de prelucrare la reparație (bucșe pentru rulmenți, segmenți de piston, pistoane, buloane de piston și multe altele).

Volumul de elaborare a proceselor tehnologice de confecționare a pieselor de schimb trebuie să fie relativ redus, deoarece nomenclatura lor este mare, iar seriile sînt mici; de obicei este suficient să se limiteze la întocmirea fișei de operații planificate într-o formă simplificată, după exemplul fișei pentru confecționarea piesei de schimb „crapodină“ (tabela 5).

Separînd astfel din documentația proceselor tehnologice de reparație fișele de operații planificate pentru confecționarea pieselor de schimb, conținutul fișei de reparație se limitează la următoarele:

1. Descrierea scurtă a mașinii.
2. Fișa de operații planificate pentru reparație (pe etape):
a) demontarea și cercetarea degradărilor conform normelor de stabilire a rebuturilor;
b) prelucrarea pieselor care nu se înlocuiesc;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 5

Fişa unei piese de schimb

Atelierul 02		Manoperă	Materiale	
Denumirea utilajului	Centrifugă	Valoarea 24—77 Regie de atelier 106% 26—26 Total ruble 51—03	Material SCI 12—28 Greutatea piesei 38 kg Dimensiunile semifabricatului turnat Ø 250/350 $h = 120$ Preţul semifabricatului 38-00 ruble	Costul total al piesei 88-03 ruble
Denumirea piesei	Crapodină			
Desenul (planul) Nr. 3, detaliul Nr. 6				

Fişă de operaţii pentru confecţionarea piesei

Nr. operaţiilor	Operaţia	Profesia	Categ.	Salariul orar	Norma de timp	Valoarea manoperii	Tipul maşinii unelte sau al locului de muncă	Scule	Instrumente de măs.	Obs.
1	Trasarea crapodinei pt. prelucrare conform desenului	Trasator	VI	1—88	1,5	2—82	Placă de trasaj	Ac de trasat, compas, punctator, ciocan de mînă		
2	Rabotarea suprafeţei poz. 1, conform trasajului	Rabotor	V	1—51	3	4—53	Şeping	Menghină de fixare, cuţit de raboteză		
3	Strunjirea sferei de la R=75 la R = 87,5 poz. 4 Strunjirea crapodinei de la Ø 175 la Ø 215 mm poz. 3	Strungar	VI	1—88	5,0	9—40	Strung (grupă medie)	Cuţite fasonate	Şablon	
4	Găurirea orificiului Ø 20, l = 25 mm poz. 3	Lăcătuş	IV	1—24	0,4	—50	Maş. de găurit (verticală)	Burghiu		
5	Executarea şablonului după R = 87,5 mm	Lăcătuş	VI	1—88	4,0	7—52	Menghină	Pile, daltă, ciocan de mînă		

Scanned with OKEN Scanner

c) recondiționarea pieselor uzate sau finisarea (de reparație) a pieselor de schimb, luate din depozit sub formă de semifabricat;
d) montajul pe subansamble, agregate și asamblarea generală;
e) operațiile de control în timpul asamblării;
3. Devizul general pentru reparație:
a) manopera conform pct. doi;
b) materialele conform pct. doi;
c) piesele de schimb din depozit conform listei lor din cartea mașinii;
d) regia de atelier conform normelor din uzină.
4. Condițiile tehnice pentru controlul operațiilor și probele de recepție.
5. Graficul reparațiilor.
6. Desenele dispozitivelor speciale de reparație.

PLANIFICAREA PROGRAMULUI ATELIERELOR DE REPARAȚII

Sistemul RPP conține norme tehnice și date pentru elaborarea proceselor tehnologice de reparație, ceea ce permite stabilirea cantității și calității mijloacelor materiale și umane, care sînt într-adevăr necesare pentru realizarea tuturor reparațiilor.

Calculul încărcării anuale a atelierului mecanic de reparații se efectuează pe baza determinării consumurilor de manoperă, separat pe diferite calificări: a) pentru realizarea tuturor reparațiilor capitale ale mașinilor și pentru majoritatea reparațiilor medii, presupunînd că reparațiile curente ale utilajului și o parte a reparațiilor medii se execută de către brigăzile de reparație ale secțiilor productive; b) pentru confecționarea pieselor de schimb în limitele necesităților anuale [1]); c) pentru alte servicii aduse secțiilor productive și lucrări de investiții, în procente față de încărcarea de bază conform punctelor a și b (20—30%).

Determinarea consumurilor de manoperă conform punctului a, adică pentru reparații, se face prin însumarea produsurilor între numărul de reparație de mașini al fiecărui tip, dimensiunile mașinii (din graficul RPP) și volumul de manoperă al unei reparații (din fișa de reparație de categoria respectivă).

---

[1]) Numai pe baza nomenclatorului pieselor, care nu se furnizează de către uzina constructoare sau de către uzina cooperatoare pentru reparații.

Scanned with OKEN Scanner

Consumurile de manoperă conform punctului b, adică pentru confecționarea pieselor de schimb, se determină prin însumarea produsurilor între numărul necesar pe an al pieselor de toate denumirile și dimensiunile (din borderoul special al pieselor de schimb) și volumul de manoperă pentru confecționarea sau recondiționarea fiecărei piese (din fișele de operații planificate ale pieselor).

În același timp cu consumurile de manoperă se determină și necesarul de materiale și semifabricate, care se obțin dinafara uzurii.

Pentru determinarea consumurilor de manoperă pe diferite secții ale atelierului mecanic, pot fi folosite următoarele date medii pentru corelația dintre volumurile de manoperă ale principalelor categorii de lucrări de reparație (în procente):

Lucrări de lăcătușerie ..	35—40	Lucrări pentru aplicarea straturilor de protecție de toate felurile	5
Lucrări la mașini-unelte	20—25		
Lucrări de cazangerie ..	10—20		
Lucrări de sculărie	5	Alte lucrări	5—10

Atelierul de reparație al unei mari uzine chimice trebuie să se compună din următoarele secții:

1. *Secția de lăcătușerie*, cu o suprafață de 6—10 m² pe cap de muncitor. Pe lîngă aceasta, trebuie să existe o suprafață de la 100 la 300 m² pentru bancuri de montaj și demontaj.

În cadrul acestei secții trebuie să fie:

a) o subsecție pentru repararea mașinilor;

b) o subsecție de conducte, pentru repararea țevilor și a armăturilor;

c) bancuri de probă pentru mașinile tip.

2. *Secția de mașini-unelte* cu o suprafață de 12—20 m² pentru fiecare mașină și care include subsecțiile de strungărie, de frezare, de rabotare și de rectificare.

3. *Secția de cazangerie și sudură* cu o suprafață de 3—5 m² pentru 1 t/an de aparate și construcții de reparat în uzină, cu subsecțiile:

a) de tratamente termice;

b) de forje;

c) de cazangerie;

d) de sudură (incluzînd și lucrările de încărcare prin sudură).

4. *Secția de aplicare a diferitelor straturi speciale* de protecție (cauciucare, acoperire cu faolit, plumbuire etc.); dimensiunile suprafețelor și destinația lor pot fi diferite în funcție de straturile de acoperire întrebuințate.

Scanned with OKEN Scanner

5. *Secția pentru confecționarea și recondiționarea sculelor și dispozitivelor de reparație*, asigurată cu forțe de muncă de diferite profesiuni și calificări și cu mașini-unelte proprii.

6. *Secția pentru recondiționarea pieselor* se creează la un volum mare al acestor lucrări; în alte cazuri aceste lucrări se includ în volumul de lucrări al uneia dintre secțiile de bază.

În cazul efectuării lucrărilor pentru recondiționarea pieselor, această secție conține subsecția de galvanizare, de metalizare și altele.

Compoziția orientativă a parcului de mașini-unelte (în procente) este următoarea:

Strunguri	40—50	Mașini de frezat ..	15—20
Mașini de găurit	10	Mașini de șlefuit ..	5—10
Raboteze	10—15	Alte mașini	10—15

CAPITOLUL II

DEGRADĂRILE PIESELOR ÎN PROCESUL DE EXPLOATARE ȘI PREVENIREA LOR

ASPECTELE DEGRADĂRII PIESELOR

În procesul de exploatare piesele de mașini și aparate sînt supuse acțiunii eforturilor și acțiunii termice sau chimice a mediului. În funcție de natura operațiilor care se efectuează, pot predomina, fie acțiunile mecanice (la majoritatea mașinilor), fie acțiunile termodinamice (la majoritatea aparatelor), la care se adaugă acțiunea tensiunilor interne (de turnare, de sudură, presare, asamblare ș.a.m.d.).

Sub acțiunea acestor factori variați, exteriori și interiori, au loc procesele de schimbare a formei, dimensiunilor și proprietăților fizico-mecanice ale pieselor; creșterea cantitativă a schimbărilor condiționează necorespondența pieselor pentru funcționarea în continuare, respectiv, degradarea lor. Din degradările de exploatare fac parte: pierderea preciziilor dimensiunilor, deformarea, apariția fisurilor, rizurilor, zgîrieturilor, porilor ș.a.m.d.

Inevitabilitatea degradării naturale treptate a pieselor în procesul de exploatare a utilajului nu exclude cazurile de degradare a pieselor datorită nerespectării tehnologiei de confecționare sau de asamblare a acestora, sau a regulilor tehnice de exploatare a mașinilor.

Scanned with OKEN Scanner

Din punct de vedere al posibilităţilor de recondiţionare a pieselor degradate, toate aspectele de degradare pot fi clasificate în felul următor:

Degradări ale suprafeţelor pieselor:

a) uzură mecanică (uzură prin frecare);

b) uzură de coroziune.

Degradări ale integrităţii pieselor:

a) distrugere mecanică;

b) distrugere termochimică.

NOŢIUNI DE BAZĂ DESPRE UZURA PRIN FRECARE

Uzura mecanică se manifestă: prin eroziunea stratului superficial, prin deformarea elastică şi plastică a suprafeţei şi prin schimbarea structurii şi a proprietăţilor materialului de construcţie în zona din apropierea suprafeţei.

Numeroasele încercări de a rezolva problema generală a frecării şi uzurii pînă în prezent nu au depăşit stadiul ipotezelor şi, astfel, deocamdată nu există încă o teorie generală, valabilă a uzurii.

În ultimii douăzeci de ani, au fost efectuate lucrări pentru fundamentarea teoretică a fenomenelor de uzură. Deosebit de fructuoase au fost lucrările savanţilor sovietici I. V. Kraghelski, B. V. Dereaghin, V. D. Kuznețov, P. A. Rebinder, A. K. Zaiţev, M. M. Hruşciov ş.a., care au aplicat studierea complexă a fenomenelor de uzură din punct de vedere chimic, mecanic, energetic şi al metalurgiei fizice.

După părerea lui V. D. Kuznețov, diferitele ipoteze despre frecare pot fi împărţite în trei grupe.

1. Ipoteze care explică frecarea prin interacţiunea mecanică a rugozităţilor de pe suprafaţă. Din acest punct de vedere legea empirică a lui Amonton (1699) a fost explicată şi dezvoltată de o serie de savanţi, printre care Euler (1748), Coulomb (1779—1781) ş.a.

2. Ipoteze care explică frecarea prin interacţiune moleculară în urma căreia se degajă o mare cantitate de căldură, care contribuie la sfărîmarea cristalelor, la transformări structurale şi la deformaţii plastice.

3. Ipoteze ale interacţiunii comune mecanico-moleculare ale suprafeţelor de frecare.

Scanned with OKEN Scanner

Indiferent de deosebirile principiale ale diferitelor ipoteze despre frecare, se poate considera definitiv stabilit faptul că uzura suprafeţii pieselor provocată de frecare este deosebit de complexă şi conţine următoarele fenomene de bază:

În cazul frecării de alunecare. a. Oxidarea straturilor de suprafaţă cu oxigenul din aer, care este antrenat de către lubrifiant la suprafeţele de contact ale pieselor, formînd soluţii solide ale oxigenului în metal şi combinaţii chimice, oxizi. Particulele casante care se formează se strivesc sau se macină şi se antrenează datorită mişcării suprafeţelor. Fenomenele de oxidare joacă un rol însemnat în cazul presiunilor specifice reduse.

b. Acţiunea termică a frecării în diferite forme, începînd de la modificarea microstructurii şi terminînd cu sudură şi topire locală. Modificarea proprietăţilor mecanice ale stratului mecanic de suprafaţă duce la strivirea şi schimbarea culorii metalului. Uzura termică devine parte dominantă a uzurii în cazul presiunilor specifice şi vitezelor mari.

c. Uzura abrazivă, asemănătoare procesului de tăiere este forma cea mai răspîndită a uzurii. La baza uzurii abrazive stau deformaţiile microplastice (microtăierea) ale elementelor componente moi, care se pot produce datorită particulelor mai dure incluse în masa metalului.

Aceste particule dure abrazive pot fi aduse la suprafaţa de frecare din afară (de ex. cu un lubrifiant impur, cu praful dintr-un curent de aer etc.), sau se pot forma din stratul superficial al metalelor cu o structură neomogenă, caracterul uzurii abrazive rămînînd în ambele cazuri acelaşi.

Schema uzurii abrazive. Cu ocazia deplasării suprafeţelor a două piese una faţă de alta, granulele componentelor dure împrăştiate în fiecare structură metalică (carbide, fosfide, nitride, produsele dure ale descompunerii austenitei etc.) mai întîi se dezvelesc, datorită uzurii masei mai moi, iar după aceea se scufundă în aceasta şi se fărîmiţează. Deoarece toată încărcarea pe suprafaţa piesei se redistribuie numai pe suprafaţa granulelor, încărcarea specifică reală creşte şi tensiunile de contact de strivire ale granulelor ating rezistenţa de rupere.

Granulele dure fărîmiţate formează un praf abraziv (frecare uscată) sau o suspensie abrazivă în ulei (frecare lichidă) care se deplasează pe suprafaţa piesei, ceea ce duce din nou la uzura suprafeţei moi (fig. 3).

În cazul frecării de rostogolire. a. Uzură prin oxidare, asemănătoare aceluiaşi fenomen, ca şi la frecarea de alunecare.

Scanned with OKEN Scanner

b. Uzură cu aspect de ciupituri, care se manifestă prin formarea microfisurilor, iar după aceea și prin crăpături mari și adînciturи pe suprafața de contact în cazul frecării de rostogolire cu solicitări însemnate. Uzura cu aspect de ciupituri este provocată de solicitări variabile și repetate, proprii unor piese de rostogolire ca rulmenții și dinții pinioanelor.

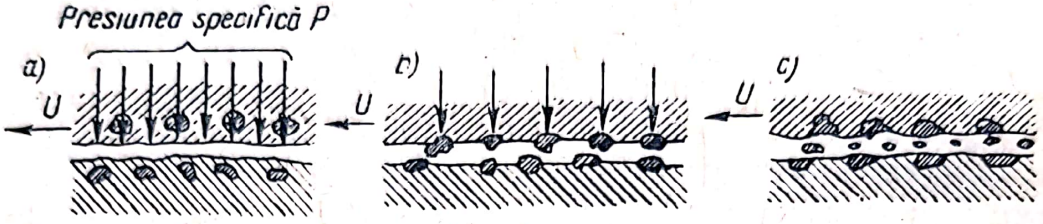


Fig. 3. Etapele uzurii abrazive:
a) uzura masei moi de bază; *b*) apariția unor tensiuni de contact ridicate în granulele dure; *c*) strivirea granulelor dure și formarea prafului abraziv.

Cu cît mai complex este tabloul tensiunilor în piesele solicitate, natural, cu atît mai complicat este și fenomenul de uzură. Astfel, de exemplu, uzura superficială a dinților se compune dintr-o serie de procese care decurg simultan sau consecutiv:

1) uzură cu aspect de ciupituri și în același timp oxidare;
2) uzură datorită alunecării;
3) uzură (rizuri);
4) așchiere (desprinderi și așchii);
5) suprapunere de material;
6) gripare.

Cu toate că uzura prin frecare, denumită de noi în mod convențional „uzură mecanică", se compune din astfel de fenomene, ca, oxidare, acțiune termică și uzură abrazivă (la alunecare), sau oxidarea și formarea fisurilor (la rostogolire), în majoritatea cazurilor practice, una dintre formele uzurii este predominantă și măsurile adecvate luate împotriva ei permit reducerea și a celorlalte aspecte de uzură.

Deci, prevenirea uzurii trebuie să fie condusă în direcția descoperirii formei sale predominante și a luării de măsuri pentru ridicarea stabilității suprafeței piesei împotriva acțiunii formei predominante.

Pe măsura uzurii pieselor, se măresc jocurile în articulații și atunci la uzura de frecare propriu-zisă se adaugă acțiunea de șoc a suprafețelor pieselor, una asupra celeilalte. În special au o influență puternică șocurile pieselor în mecanismele cu miș-

Scanned with OKEN Scanner

care reversibilă neechilibrată. Energia cinetică a şocului creşte progresiv cu creşterea jocului[1]).

Solicitări dinamice, progresiv crescînde, în subansamblele de mişcare, care se uzează, se observă, într-o măsură sau alta, în toate maşinile, datorită vibraţiilor pieselor în mişcare.

În fig. 4 caracterul progresiv al uzurii este caracterizat printr-o linie curbă, în locul dependenţei liniare, care ar fi avut loc în cazul prezentării numai a fenomenelor de frecare, fără solicitări dinamice.

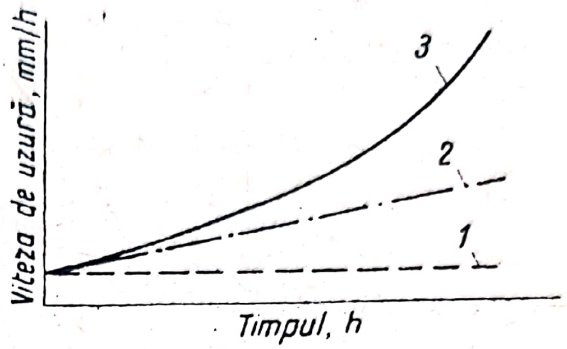


Fig. 4. Caracterul schimbării vitezei de uzură la diferite feluri de încărcare:

1 — în cazul funcţionării fără şocuri, fără a lua în consideraţie oboseala materialului; *2* — în cazul funcţionării fără şocuri cu luarea în consideraţie a oboselii materialului; *3* — în cazul funcţionării cu şocuri.

Abundenţa factorilor care influenţează asupra mărimii absolute şi a vitezei uzurii împiedică, pînă în prezent, generalizarea matematică a materialului experimental acumulat şi impune să ne limităm la o trecere în revistă doar a principalilor factori care determină uzura. Avînd aceasta în vedere, se poate afirma că viteza uzurii mecanice sau „rezistenţa la uzură“[2]) (mărime inversă vitezei uzurii) este în funcţie îndeosebi de:

— proprietăţile fizico-chimice ale materialului în stratul superficial al piesei;

— metoda şi regimurile de finisare şi a calităţii suprafeţei;

— condiţiile de ungere;

— mărimea şi caracterul solicitării datorită eforturilor exterioare.

---

[1]) Deducerea formulelor de dependenţă a şocului de creşterea jocului în articulaţiile mecanismului de bielă-manivelă. V. I. Kazarţev, Ремонт машин. Сельхозгиз, 1949, p. 52.

[2]) Cel mai des se folosesc următoarele criterii pentru viteza de uzură:

a. Adîncimea uzurii (în direcţia normală faţă de suprafaţa de frecare) în mm timp de o oră de mişcare (în mm/h).

b. Adîncimea uzurii (în direcţia normală faţă de suprafaţa de frecare) în mm pentru 1 km de drum de frecare (în mm/km).

c. Volumul sau greutatea materialului îndepărtat (ros) de pe o unitate de suprafaţă în g sau mm^3 într-o oră sau pentru 1 km de drum de frecare (în mod corespunzător $g/h \cdot m^2$, $g/km \cdot m^2$, $mm^3/h \cdot m^2$, $mm^3/km \cdot m^2$).

Scanned with OKEN Scanner

INFLUENȚA PROPRIETĂȚILOR MATERIALELOR PIESELOR ASUPRA UZURII LOR

Cu ocazia studierii influenței proprietăților fizico-chimice ale materialului și, în special, ale stratului superficial asupra rezistenței la uzură a pieselor, s-a stabilit că duritatea, porozitatea și rezistența chimică a stratului superficial, precum și omogenitatea structurii sînt factorii principali care reduc uzura.

Rezistența la uzură a pieselor din oțel și fontă

Ridicarea durității oțelurilor poate fi obținută atît prin alegerea unei compoziții și structuri optime a metalului piesei în ansamblu, cît și prin realizarea unei durități deosebite a stratului superficial.

Îmbogățirea compoziției procentuale în unele elemente cum ar fi carbon (de obicei pînă la 1%), mangan (pînă la 15%), crom, molibden, wolfram, fosfor etc. exercită o influență esențială asupra măririi durității oțelurilor. Fig. 5, după datele lucrării lui N. F. Bolhovitin, ilustrează dependența rezistenței la uzură, într-o formă de creștere bruscă, de duritate a oțelului. Cea mai mare creștere a rezistenței la uzură se află în domeniul durității ridicate ($HB = 400$), caracteristic pentru călirea martensitică și pentru unele forme austenitice.

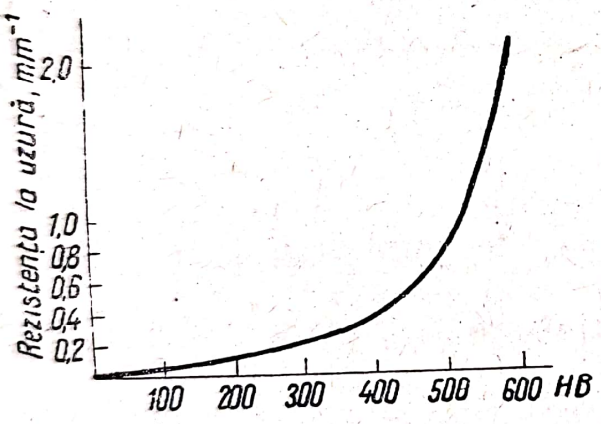


Fig. 5. „Rezistența la uzură — duritatea“ arborilor din oțel carbon (după datele lui N. F. Bolhovitin).

O structură perlitică (mai rar sorbitică) densă, cu grafit lamelar uniform repartizat, este caracteristică pentru fontele rezistente la uzură, a căror aliere cu cupru (pînă la 0,7%) este de asemenea foarte utilă. Realizarea fontelor modificate duce la creșterea rezistenței lor la uzură. Fontele standardizate rezistente la uzură (SCIȚ 1, SCIȚ 2[1]) și altele fac parte din clasa fon-

[1]) N. Red. Ed. T. Alegerea materialelor pentru confecționarea pieselor ce trebuie înlocuite este o problemă de importanță deosebită, întrucît ea determină calitatea reparației, respectiv asigurarea funcționării în bune condiții a utilajului, pînă la reparația următoare planificată. Pentru aceasta, se recomandă ca alegerea corectă a materialului să se

telor ferito-perlitice și conțin, ca adaos natural de aliere, crom (0,2—0,3 %), nichel (0,3—0,5 %) și uneori cupru și aluminiu. Utilizarea lor la cupluri de frecare se recomandă pînă la mărimea $PV = 25$ kgm/cm²·s, iar în cazul unor valori reduse ale vitezei (pînă la 1 m/s) în limite și mai mari ($PV = 50$ kgm/cm²·s).

În aceste cazuri se ridică exigența față de finisarea prelucrării atît a pivoților cît și a fusurilor arborilor conjugați. Pe lîngă aceasta se pun condiții speciale pentru mărimea jocului, care trebuie să fie cu 25—50 % mai mare decît jocul corespunzător cuplului fus de oțel-bucșă de bronz.

Ca exemplu de piese executate din fontele SCIȚ1 și SCIȚ2 arătăm următoarele:

a) bucșa concasoarelor cu fălci ($P = 0{,}3 - 0{,}5$ kg/cm², $V = 2$ m/s);

b) bucșa morilor cu bile de capacitate mică ($P = 0{,}5$ kg/cm², $V = 0{,}7$ m/s);

c) cuzineții arborelui de antrenare a morilor cu bile de capacitate mică ($P = 10$ kg/cm², $V = 0{,}7$ m/s);

d) bucșa colerganguri lor;

e) bucșele (inferioară și superioară) tăvălugurilor colergangurilor;

f) jumătățile libere ale cuzineților cilindrilor de la valțuri etc.

În ultimul timp, au apărut mărci noi de fonte antifricțiune, care în privința rezistenței la uzură întrec fontele SCIȚ 1 și SCIȚ 2. Din acestea fac parte:

1. Fontă antifricțiune de „clasă specială“ care se produce la uzina ciemento-metalurgică din Pașiisk și are următoarea compoziție chimică (în %):

Carbon	4,5—5,5	Nichel	0,2—0,4
Siliciu	1—1,5	Aluminiu	0,25
Mangan	0,4—0,6	Cupru	0,5—1,5
Crom	0,2—0,1	Titan	0,7—0,9
Fosfor	0,3	Sulf	0,01

Structura fontei este perlitică cu o cantitate însemnată de grafit lamelar liber; duritatea $HB = 150—200$.

---

facă numai pe baza analizei de laborator, din care să rezulte componenții și caracteristicile mecanice ale materialelor din care s-a confecționat piesa care urmează să fie înlocuită. Caracteristicile materialelor prevăzute în normativele sovietice GOST, OST etc. nu au totdeauna corespondența cu standardele noastre de stat și în consecință trebuie analizat cu atenție fiecare caz în parte, înainte de stabilirea calității materialului de construcție pentru piesele de înlocuire.

Scanned with OKEN Scanner

Fonta de clasă specială lucrează bine împerechiată cu fusuri brute din oțel (CT. 3 — CT. 5), avînd o uzură mai mică decît cea a fontelor SCIȚ 1 și SCIȚ 2, și în special este rezistentă la gripare.

Încărcarea admisibilă pentru lagărele din fontă de această marcă este mult mai ridicată decît pentru fontele SCIȚ 1 și SCIȚ 2 și se află în limitele $PV = 30 — 50$ kgm/cm²·s.

2. Pentru condițiile frecării uscate (roți dințate neunse ș.a.m.d.) își găsește aplicare fonta austenitică cu mangan, cu o rezistență la uzură de 2—3 ori mai mare decît fontele perlitice și ferito-perlitice.

Adeseori creșterea rezistenței la uzură a pieselor din metale feroase poate fi obținută fără întrebuințarea oțelurilor sau fontelor de calitate superioară, prin aplicarea diferitelor metode de durificare superficială.

Metodele prelucrării superficiale a pieselor din oțel și fontă pot fi clasificate, după esența lor fizică, în cinci grupe principale:

a) acoperire cu un strat metalic pe cale metalurgică, electrochimică sau chimică;

b) formarea unui strat rezistent la uzură pe metalul de bază prin prelucrarea chimică a suprafeței lui;

c) idem, prin prelucrarea termică a suprafeței;

d) idem, prin prelucrarea electrică a suprafeței;

e) idem, prin prelucrarea mecanică a suprafeței.

Din *prima grupă* a metodelor de durificare fac parte metalizarea, acoperirile galvanice și precipitarea chimică a metalelor și aliajelor de protecție rezistente la uzură: oțeluri dure, crom, cadmiu etc.[1])

A *doua grupă* a metodelor de prelucrare superficială conține o serie de mijloace, dintre care relativ cele mai aplicabile în practica de reparație, adică pentru confecționarea pieselor de schimb, sînt: ferooxidarea, nitrarea, fosfatarea, cromarea de difuzie și sulfurarea.

Ferooxidarea are ca scop formarea pe suprafață a unei pojghițe de oxid Fe_3O_4, care ușurează dorajul și împiedică sudarea de contact a pieselor care se freacă.

Piesele (din oțel sau fontă) se încălzesc în cutii etanșe în cuptor pînă la temperatura de 350—450°C, apoi în cutie se introduce apă sau abur dispersat și încălzirea continuă pînă la 550—700°C; după aceasta procesul poate fi considerat terminat.

---

[1]) Metalizare și cromare vezi în cap. III.

Scanned with OKEN Scanner

Vaporii de apă în contact cu fierul fierbinte se descompun în hidrogen și oxigen, iar cel din urmă oxidează suprafața piesei în mod intens, formînd o pojghiță de 10—25 μ grosime. În funcție de regimul de răcire se obține o pojghiță neagră magnetică cu un singur strat (la o răcire înceată), sau una cu două straturi (la răcire la aer), care constă dintr-un strat interior negru dur și dintr-unul exterior cenușiu mai moale, care se îndepărtează ulterior prin șlefuire. Această metodă se întrebuințează pentru ridicarea rezistenței la uzură a segmenților de piston și a altor piese, care lucrează la solicitări nu prea mari și fără șocuri.

Procesul de nitrare, adică formarea unui strat superficial din nitruri de fier și de alte metale care aliază oțelul, se realizează cu un utilaj în principiu asemănător cu cel din metoda anterioară, prin introducerea de amoniac gazos în camere etanșe, în care se află piesele de oțel încălzite la 500°C. La o durată a procesului de 30—36 ore se obține un strat cu grosimea de 0,3 mm. Duritatea deosebit de ridicată a nitrurilor de Al, V, Cr și Ti duce la întrebuințarea, în scop de nitrare, în special a acelor oțeluri care conțin unele din aceste elemente (oțelurile de marcă 35 HIUA, 35 HMIUA etc.).

Fosfatarea în baie cu soluții apoase de acid fosforic, saturate cu fosfați de fier, de mangan, uneori de zinc, la o temperatură de circa 100°C, duce la formarea unui strat dur și poros, de grosime 5—20 μ, din fosfură de fier, mangan sau zinc. Această operație trebuie să fie precedată de o curățire minuțioasă și de degresare în băi slab acide, alcaline (caustice) și apoase. Fosfatarea se aplică cu succes pentru piese de frecare slab solicitate (segmenți de piston etc.)

Sulfurarea, adică formarea unei pojghițe subțiri (de 2—3 μ) de sulfură de fier, deosebit de puternic legată de metalul de bază și care posedă o structură poroasă, are o întrebuințare specială pentru roțile dințate ale transmisiilor rapide și solicitate, deoarece această pojghiță suportă bine presiunea specifică enormă în punctul de contact pe profilul dintelui și, adsorbind lubrifiantul în porii săi, protejează suprafața profilului dintelui de sudarea de contact.

Metodele termice de ridicare a durității și rezistenței la uzură se întrebuințează de mult în construcția de mașini și ele trebuie larg introduse în tehnologia reparațiilor. Pe lîngă călirea și cementarea obișnuită a pieselor de oțel (oțelurile 15G, 20H, 20G pentru cementare și 45, 50, 40H, 45H, 50G2, 50SG, 40HC pentru călire), merită o aplicare largă metodele de călire superficială cu curenți de înaltă frecvență (c.î.f.) și cu flacără oxi-acetilenică atît a pie-

Scanned with OKEN Scanner

selor de oțel, cît și a celor de fontă. La călire cu c.î.f. frecvența curentului oscilează în limitele de la 200 pînă la 1 000 kHz; piesele cu pereți mai groși se călesc la o adîncime de 3—5 mm și mai mult (c.î.f. de 200—300 kHz), iar piesele cu pereți subțiri necesită un strat mai redus de călire 0,5—1 mm), c.î.f. de circa 1 000 kHz. Stratul călit al oțelului, care în stare netratată are o duritate de $R_c = 25$, își ridică duritatea pînă la $R_c = 60$. Datele de exploatare din uzine arată că rezistența la uzură a pieselor călite cu c.î.f. se ridică de cîteva ori față de cele normalizate.

Secția de călire superficială cu c.î.f. a arborilor cu diametrul pînă la 100 mm și de lungime pînă la 1 000 mm, precum și a roților dințate cu diametrul pînă la 800 și cu modulul pînă la 16 mm, trebuie să fie înzestrată cu următorul utilaj:

1. Agregat de c.î.f. cu tuburi electronice pentru 60 kVA și pînă la 1 000 kHz, 1. buc.
2. Strung special amenajat VȚ 150, RMȚ 1 000 — 1 buc.
3. Strung special amenajat VȚ 500 și RMȚ 500 — 1 buc.
4. Garnitură de inductori universali și individuali și de capete de răcire de cele mai simple configurații.

Parcul de inductori și de capete se completează treptat, pe măsură ce prin metoda de călire cu c.î.f. se cuprinde o nomenclatură din ce în ce mai largă a pieselor de schimb.

Călirea superficială oxi-acetilenică este mai la îndemîna atelierelor de reparație; pentru ea nu e nevoie de utilaj special și de parcul de inductori. Arzătorul de sudură obișnuit poate fi transformat într-un instrument satisfăcător pentru realizarea acestui proces tehnologic prin schimbarea becului de sudură cu dispozitive speciale (cilindrice — pentru suprafețe înguste, plane — pentru cele largi, cu mai multe flăcări — pentru suprafețe deosebit de largi, și profilate — pentru prelucrarea dinților roților dințate).

Consumul de gaze se găsește cu următoarele formule empirice: consumul de oxigen

$$Q_{O_2} = K \frac{S}{x} \text{ [l/h]},$$

în care: $K = 25$ pentru un oțel cu un conținut mediu de carbon;
S este suprafața de călire, cm²;
x — adîncimea călirii, cm;
consumul de acetilenă

$$Q_{C_2H_2} = 0{,}8\, Q_{O_2}.$$

Scanned with OKEN Scanner

În condiții industriale s-a demonstrat posibilitatea de călire superficială oxi-acetilenică cu arzătoarele obișnuite de sudură Nr. 5—6.

În funcție de dimensiunile suprafeței de călire se folosesc 1—2—3 arzătoare care ard simultan. Durata întregei operații de încălzire și de răcire este de 3—4 min pentru 100 cm² de suprafață de călire la o adîncime de 5—7 mm.

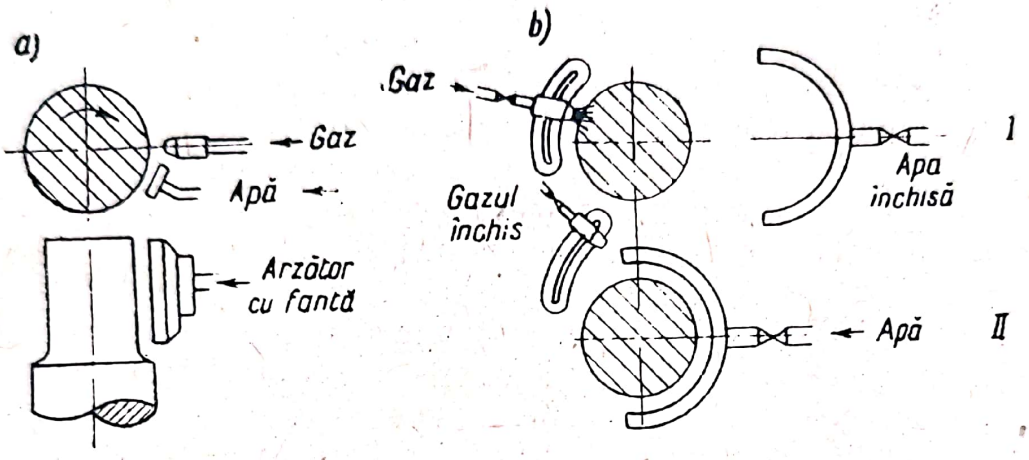


Fig. 6. Călirea superficială oxi-acetilenică cu arzător cu fantă:
a) cu o singură rotație (înceată); *b*) cu mai multe rotații (rapidă);
I. — în poziție de încălzire; *II*. — în poziție de călire cu jet de apă.

Aceste date pot servi ca bază pentru determinarea vitezei periferice a piesei de călit, în cazul călirii pe strung.

Călirea oxi-acetilenică a corpurilor de revoluție, la fel ca și călirea cu c.î.f., se execută pe strung cu învîrtirea piesei față de arzătorul și capul de răcire care sînt ficși.

De obicei adîncimea călirii superficiale oxi-acetilenice nu întrece 6—8 mm.

Călirea oxi-acetilenică în serie a pieselor mici se realizează în două variante, prezentate schematic în fig. 6.

a. Călirea înceată se realizează la o adîncime de pînă la 1—2 mm.

Piesa se învîrtește cu o viteză de 0,1—0,15 m/min, se încălzește și apoi se răcește cu apă, astfel încît călirea se efectuează în decursul unei rotații.

b. Călirea rapidă poate fi realizată la o adîncime de 2—3 mm și mai mult. Încălzirea este separată de răcire. După încălzire timp de 40—50 s a piesei care se învîrtește cu o viteză de 8—12 m/min, încălzirea se oprește și piesa, continuînd să se învîrtească, se răcește cu apă.

Scanned with OKEN Scanner

Lucrările lui K. K. Hrenov și G. V. Vasiliev deschid perspective noi călirii superficiale, cu arc electric între un electrod de cărbune și suprafața de prelucrat, într-un cîmp magnetic dirijat.

Metodele mecanice de ridicare a rezistenței la uzură se bazează pe întărirea plastică a suprafeței pieselor, diferitele forme ale moletării, suflare cu alice etc.

Necesitatea de a avea utilaj special (pentru durificare prin suflare cu alice) și aparat special (pentru moletare) limitează posibilitățile de aplicare a metodelor mecanice, în condițiile arătate, în unele cazuri particulare. Astfel, de exemplu, nu încape îndoială în posibilitatea și eficacitatea moletării fusurilor arborilor din oțel brut pe strunguri, cu ajutorul a 1—2 role, fixate într-un suport special al căruciorului.

În cazul că în atelierul de reparație se găsește o instalație bine utilată de sablare pentru nevoile de vopsire, metalizare și cauciucare a suprafeței pieselor, este posibilă întrebuințarea ei periodică în scopul suflării cu alice, dacă se modifică duza și se mărește în oarecare măsură presiunea aerului. Prelucrarea prin suflare cu alice este în special eficace pentru acele piese care lucrează la solicitări ciclice cu sens alternativ: roți dințate (fundurile de dinți), arborii cotiți (fusurile) etc. Durata de funcționare a unor astfel de piese, în urma suflării cu alice, crește de 3—10 ori. Pentru prelucrarea prin suflare cu alice se folosesc alice de fontă cu diametrul de 1,5—1,8 mm, la o presiune a aerului de circa 6 at.

Rezistența la uzură a pieselor din metale neferoase

Aliajele metalelor neferoase și ușoare se folosesc peste tot pentru confecționarea pieselor de frecare. Piesele antifricțiune din bronz babbit, aliaje de aluminiu, de zinc și alte cîteva aliaje lucrează, în general, în condițiile frecării lichide și semilichide, conjugate cu piese executate din metale mai dure și mai rezistente la uzură, ca arbori din oțel, bolțuri, tije.

După prescripții, rezistența la uzură a pieselor din aliaje antifricțiune trebuie să fie mai redusă decît rezistența pieselor conjugate din oțel sau fontă.

Pînă nu de mult, la baza tehnologiei producerii aliajelor antifricțiune pentru lagăre, a stat respectarea așa-zisei *reguli a lui* Sarpi: *structura aliajului trebuie să fie eterogenă, fiind compusă*

Scanned with OKEN Scanner

dintr-o masă moale cantitativ predominantă și din granule uniform repartizate ale elementelor dure.

Acestei reguli îi corespund, de exemplu, babbiturile obișnuite cu cositor sau cu plumb (B-83, B-40, B-16, B-10 etc.), a căror masă moale constă din cositor sau plumb, iar cristalele SnSb formează granule relativ dure.

Tendința de a ieftini materialele antifricțiune și de a reduce consumul componenților celor mai deficitari (cositor) a dus la apariția unui număr mare de noi mărci de aliaje, babbituri fără cositor, bronzuri fără cositor, aliaje de aluminiu ș.a.m.d.

Din multitudinea aliajelor antifricțiune fără cositor sau cu un conținut redus de cositor, remarcăm, înainte de toate, bronzurile cu plumb (BrS-30, BrS-20, BrOS-8-12, BrOȚS-4-4-17 și altele), care se ajustează greu, în schimb posedă calități excelente de turnare (o bună umplere a formelor, indică densitatea piesei turnate), ceea ce este deosebit de important în cazurile turnării pieselor în condițiile atelierelor de reparații, care adeseori au doar un utilaj primitiv de turnare. Trebuie menționată tendința acestor bronzuri către licuație, tendință ce poate fi prevenită prin răcirea intensivă a pieselor turnate.

Bronzul BrS-30 se recomandă pentru valorile mari ale $PV \geqq 100$ kgm/cm²·s și la viteze de $V = 5 — 10$ m/s, cu condiția conjugării cu fusuri dure ($R_c > 45$).

Alamele cu siliciu (LKS 80-3-3), bronzurile cu aluminiu (BrA6 și BrA8), precum și cele cu aluminiu și cu fier (BrAJ 10, 2-3,3; BrAJ9-4; BrAJ8,6-2,9 etc.), își găsesc de asemenea aplicare în calitate de înlocuitori ai bronzurilor cu cositor.

Alamele cu siliciu și bronzurile cu aluminiu au o duritate însemnată și satisfac condițiile rezistenței la uzură, dar în același timp pretind o exigență ridicată față de duritatea și curățenia suprafeței pieselor conjugate.

Babbiturile cu cositor de marcă medie (B 16, B 10 etc.) se înlocuiesc cu aliaje din zinc și aluminiu la încărcări $PV < 100$. Aliajul ȚAM 10-5 (85% zinc, 10% aluminiu și 5% cupru) are temperatura de topire 375—395°C, adică aceasta nu este atît de înaltă încît să îngreuieze folosirea lui în condițiile de reparație pentru turnarea lagărelor. Cuzineții din ȚAM 10-5 trebuie să lucreze cu jocuri ceva mai mari, de ordinul 0,12—0,15% din diametrul fusurilor și trebuie controlați în cazul condițiilor grele de exploatare, de exemplu în lagăre cu caneluri.

Rezistența la uzură a aliajelor antifricțiune depinde de asemenea de grosimea stratului acestora. Reducerea grosimii stratului pînă la 1 mm și mai puțin, în loc de 5 mm grosime și mai mult,

Scanned with OKEN Scanner

cum se obișnuiește la turnarea manuală, ridică rezistența la uzură în mod însemnat. (Reducerea grosimii stratului turnat din babbit de la 2 la 0,5 mm mărește de 5 și de mai multe ori numărul de cicluri pînă la formarea fisurilor).

O altă cale de ridicare a rezistenței la uzură a materialelor pentru lagăre este mărirea porozității lor, care asigură acumularea lubrifiantului. Din acest punct de vedere bucșele așa-zise metalo-ceramice, cu o porozitate de la 10 pînă la 50%, confecționate din șpan mărunt și pulberi, reprezintă un material excelent pentru lagăre. Amestecuri tipice pentru bucșe de antifricțiune sînt: fier-grafit (voizit), cu un conținut de 1—2% grafit, bronz-grafit, fier-grafit perlitic din șpan de fontă. La frecare cu arbori din oțel, aceste materiale arată un coeficient de frecare redus (~0,01), chiar dacă ungerea este imperfectă și posedă o ajustabilitate excelentă.

De asemenea, piese antifricțiune nemetalice se confecționează și din materiale plastice stratificate, din materiale stratificate presate din lemn (textolit, lignofol etc.) și din cauciuc, adăugînd uneori în compoziție adaosuri speciale pentru autoungere, grafit, talc etc. Aceste materiale arată o înaltă rezistență la uzură, cu condiția îndepărtării intensive a căldurii de subansamblul de frecare.

Astfel, de exemplu, textolitul și lignofolul înlocuiesc cu succes bronzul în lagărele și presetupele subansamblelor greu încărcate ale unei serii de mașini hidraulice și mașini chimice sau din industrii înrudite (pompe, prese hidraulice, role etc.).

În concluzie, dacă problema ridicării rezistenței la uzură a pieselor din oțel și fontă se rezolvă, în principal, prin aplicarea unor metode speciale pentru durificarea suprafeței, ridicarea rezistenței la uzură a materialelor pentru lagăre se realizează prin alegerea rațională a aliajelor ieftine fără cositor și a materialelor nemetalice, care posedă în același timp proprietăți antifricțiune suficient de ridicate.

INFLUENȚA UNGERII ASUPRA UZURII PIESELOR

Influența condițiilor de ungere asupra uzurii pieselor devine un factor de o deosebită importanță odată cu introducerea în construcția mașinilor moderne a unor mijloace de ungere intensive și sigure, care apropie subansamblurile de frecare în timpul funcționării de condițiile frecării lichide.

Scanned with OKEN Scanner

În condițiile frecării lichide, legea clasică a frecării, care susține că coeficientul de proporționalitate μ a forței de frecare T față de efortul normal N este $\mu = \frac{T}{N}$ și depinde de proprietățile materialelor celor două piese ale ansamblului de frecare și nu depinde de viteza de deplasare, de dimensiunile suprafețelor de frecare etc., devine inexactă.

Este demonstrată dependența coeficientului de frecare μ de viteza de deplasare, exprimată în unități liniare sau unghiulare, secunde, de viscozitatea lubrifiantului, de grosimea stratului de lubrifiant și de încărcarea normală specifică, adică μ este funcție (η, n, h, p), în care: η este viscozitatea, n — turația, h — grosimea stratului de lubrifiant, p = presiunea specifică.

Astfel, dacă se păstrează formularea obișnuită a legii frecării de alunecare, $T = \mu N$, atunci trebuie avut în vedere caracterul variabil al coeficientului μ.

Mărimea coeficientului de frecare poate servi, cu o oarecare aproximație, drept criteriul uzurii, în special în domeniile frecării semiuscate și semilichide, și de aceea micșorarea lui contribuie totdeauna la reducerea uzurii suprafeței de frecare.

În ansamblul „arbore-lagăr" stratul de lubrifiant este supus presiunii din partea fusului. Pentru crearea contrapresiunii din partea lubrifiantului, care să compenseze în întregime încărcarea fusului, este necesară o oarecare deplasare a fusului în direcția rotației și în sus pentru formarea penei de lubrifiant, ca în fig. 7.

În acest caz se produce plutirea fusului și frecarea devine numai lichidă. Pentru crearea contrapresiunii necesară plutirii este necesar ca lubrifiantul să se păstreze cît mai bine în partea încărcată, respectiv în pană.

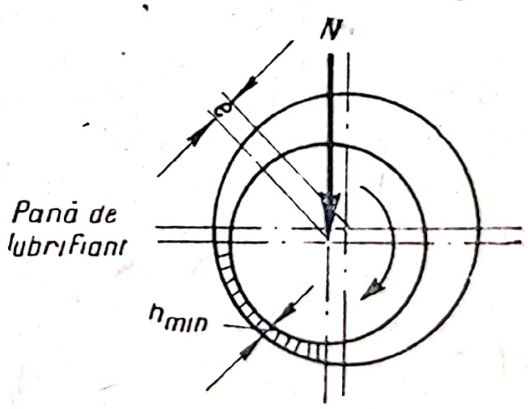


Fig. 7. Poziția fusului în lagăr în timpul rotației.

Problema reducerii coeficientului de frecare și a uzurii prin păstrarea stratului de lubrifiant implică, după cum arată teoria și experiențele, rezolvarea următoarelor sarcini:

1. Asigurarea constructivă a unei scurgeri minimale a lubrifiantului din zona încărcată de pană.

2. Determinarea prin calcul a mărimii optime a jocului a, la care grosimea stratului de lubrifiant în pană h devine suficientă pentru crearea contrapresiunii necesare.

Scanned with OKEN Scanner

3. Alegerea prin calcul a calității lubrifiantului (respectiv a viscozității și proprietății de ungere) în funcție de presiunea specifică, viteză și joc.

Învîrtindu-se, fusul se deplasează și plutește odată cu creșterea vitezei unghiulare ω, în direcția rotației și în mod corespunzător se deplasează partea încărcată a suprafeței de susținere;

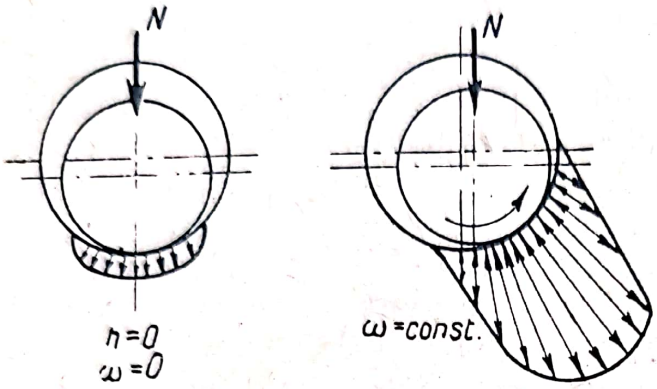


Fig. 8. Epurele presiunii lubrifiantului pe fus în stare de repaos ($\omega = 0$) și în timpul rotației ($\omega = \text{const}$).

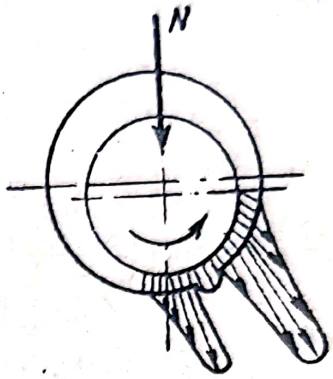


Fig. 9. Epura presiunii lubrifiantului pe fus în cazul cînd continuitatea suprafeței lagărului este întreruptă de un canal.

epura presiunilor la un regim de rotație staționar va avea (în cazul cînd efortul normal N este îndreptat vertical în jos) aspectul din fig. 8.

Orice întrerupere a continuității suprafeței încărcate a fusului sau a lagărului provoacă o redistribuire a presiunii specifice (fig. 9). Astfel de întreruperi ale continuității suprafeței pot exista datorită uzurii (uzuri longitudinale), în special în cazul unui lubrifiant impur, sau pot fi create artificial prin așezarea nerațională a canalelor și găurilor de ungere.

Astfel prima problemă enunțată se rezolvă prin:

a) așezarea judicioasă a canalelor și găurilor de ungere în afara părții încărcate a arcului de contact a fusului;

b) exigența ridicată față de precizia formei (formă butoi, ovalitate și conicitate minimă) și față de calitatea prelucrării;

c) purificarea lubrifianților.

Toleranțele practice pentru abateri de la formă sînt prezentate în capitolele care caracterizează tehnologia reparării diferitelor tipuri de mașini. În ceea ce privește așezarea și forma canalelor de ungere, pentru acestea trebuie respectate indicațiile generale ilustrate în fig. 10:

Scanned with OKEN Scanner

1) canalele de ungere trebuie executate în forma unei scobituri puțin adînci și înguste cu marginile rotunjite;

2) forma canalelor este dreaptă, iar scobitura lor trebuie să se termine la o distanță de 10—15 mm de la capetele bucșei;

3) forme complicate (opturi, cruci etc.) nu sînt indicate, iar în partea încărcată a cuzinetului sînt inadmisibile;

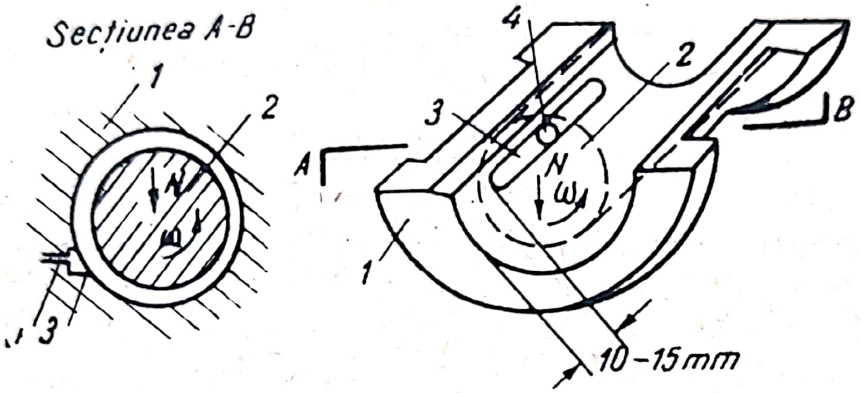


Fig. 10. Forme indicate de introducere a lubrifiantului în jocul îmbinărilor de tip „arbore-lagăr“:
1 — lagăr; *2* — pivot; *3* — canal de ungere; *4* — orificiu de ungere.

4) canalele drepte de ungere se așază pînă la trecere la partea încărcată a arcului, considerat în direcția rotației.

Alegerea jocului optim în îmbinare și a calității lubrifiantului se efectuează cu oarecare aproximări, cu ajutorul ecuațiilor deduse pe baza teoriei hidrodinamice a ungerii.

Bazele acestei teorii au fost elaborate de către academicianul E u l e r, iar tezele ei principale au fost prelucrate de către savanții-mecanici ruși N. P. P e t r o v (1883), N. R. J u k o v s k i i, S. P. C e a p l î g h i n.

Teoretic și experimental este demonstrat că valoarea minimă a forței de frecare la ungerea lichidă se realizează doar în cazul unor raporturi bine determinate între presiunea specifică, viteza de deplasare, viscozitatea lubrifiantului și mărimea jocului în îmbinarea pieselor care se freacă.

Interdependența acestor factori este exprimată aproximativ cu următoarele formule:

pentru corpuri de revoluție cu o deplasare unghiulară uniformă

$$a_{optim} = 0{,}46 \cdot 10^{-3}\, d \sqrt{\frac{\eta n}{pc}} \qquad (1)$$

Scanned with OKEN Scanner

în care: a_{optim} este jocul optim, mm;
d — diametrul fusului, mm;
η — viscozitatea absolută (dinamică), poise [1]);
n — rot/min;
p — presiunea specifică pe suprafaţa susţinătoare de frecare, kgf/cm²;
c — factor geometric egal cu raportul $\frac{d+l}{l}$ (aici l este lungimea suprafeţei de frecare);

pentru suprafeţele plane de frecare

$$a_{optim} = \left[\frac{0{,}45 \cdot 10^{-3}\, \eta b w}{(b+l)\, p\, (\mathrm{tg}\,\alpha)^{0,8}}\right]^{0,8} \qquad (2)$$

în care: b este lăţimea suprafeţei plane de frecare, mm;
w — viteza liniară de deplasare, m/s;
α — unghiul dintre suprafeţele plane care se freacă.

Prin formula (1) sau (2) este stabilită legătura reciprocă (în condiţiile frecării lichide) dintre jocul optim a şi viscozitatea lubrifiantului η, şi anume, cu creşterea viscozităţii creşte jocul optim. Menţionăm că în practică valoarea lui a se află de obicei în limitele: $a = (0{,}001 - 0{,}002)d$.

Astfel, cea de a doua condiţie de mare importanţă a reducerii uzurii la frecarea lichidă este alegerea prin calcul a jocului iniţial $a_i = a_{optim}$ în funcţie de viscozitatea lubrifiantului, încărcarea specifică, diametrul şi turaţia.

Cu ocazia instalării şi pornirii maşinilor noi, alegerea lubrifiantului se face conform caietului de sarcini al furnizorului maşinilor, iar în cazul cînd acesta lipseşte, cu formulele (1) şi (2), egalînd jocurile nominale cu cele optime.

Valoarea jocului optim este legată nemijlocit de grosimea minimă a stratului de lubrifiant h.

Condiţiile frecării minime în ansamblul „arbore-bucşă“ se obţin dacă

$$h_{min} = \frac{a_{optim}}{4}. \qquad (3)$$

Limita inferioară a valorii h_{min} este determinată de valoarea înălţimii neregularităţilor (ΣR_{max} sau ΣR_{med}) suprafeţei pie-

[1]) Transformarea gradelor Engler în poise se efectuează cu formula

$$\eta\,(\text{poise}) = 10^{-3}\,\gamma\left(73°\text{E} - \frac{63}{°\text{E}}\right)$$

în care γ este greutatea specifică, gf/cm³.

Scanned with OKEN Scanner

selor, care se deosebește pentru diferitele clase de calitate a suprafețelor.

Între înălțimea medie geometrică a rugozităților, normată pentru diferitele clase de calitate a suprafeței (GOST 2789-51) și înălțimea maximă a neregularităților există relația

$$\sum R_{max} = (3...4)\sum R_{med}$$

(coeficientul mai mic este pentru clasele de calitate de la 1—6, iar coeficientul mai mare pentru clasele 7—14).

Stratul de lubrifiant în partea îngustă a penei de ulei trebuie să fie mai mare decît suma înălțimilor rugozităților celor două piese, pentru a preveni descoperirea unor ieșituri și trecerea în aceste locuri la frecare uscată, deci este necesar ca:

$$h_{min} > \sum R_{max} \quad \text{sau} \quad h_{min} > 4\sum R_{med} \tag{4}$$

Astfel

$$a_{optim} = 4h_{min} = 16\sum R_{med} \tag{5}$$

A. K. Zaițev propune să se introducă un coeficient de siguranță ~ 2 și să se considere $h_{min} = 2\sum R_{max}$, respectiv

$$a_{optim} \geqslant 32\sum R_{med} \tag{6}$$

Rezolvarea simultană a ecuațiilor (1) sau (2) și (6) dă indicații suplimentare pentru alegerea valorii a sau η.

Aducerea jocului a la mărimea $a_i = a_{optim}$ și, ca rezultat, reducerea coeficientului de frecare μ, precum și mărirea rezistenței la uzură a pieselor din subansamblul de frecare cere o calitate mai ridicată a prelucrării.

Legătura reciprocă a mărimilor care influențează asupra uzurii, respectiv valoarea jocului a, a viscozității lubrifiantului η, a clasei de calitate a suprafeței pieselor conjugate $\sum R_{med}$ poate fi ilustrată cu următorul exemplu.

Exemplu

Rotorul unei suflante centrifuge pentru gaze cu bioxid de sulf cu diametrul fusurilor $d = 75$ mm se sprijină în două lagăre de alunecare cu cuzineți de babbit. Numărul de rotații al rotorului $n = 1\,500$ rot/min, presiunea specifică $p = 15$ kgf/cm^2, lungimea cuzinetului $l = d$. Ungerea lagărelor este centralizată și se face cu ulei de turbină L cu viscozitate de 3°E.

Determinăm jocul optim a, precum și clasele necesare de precizie și de calitate a prelucrării arborelui și a cuzineților.

Scanned with OKEN Scanner

Conform ecuației (1)

$$a_{optim} = 0{,}46 \cdot 10^{-3} d \sqrt{\frac{\eta n}{pc}} = 0{,}46 \cdot 10^{-3} \cdot 75 \times \sqrt{\frac{0{,}18 \cdot 1\,500}{15 \cdot 2}} = 0{,}10 \text{ mm},$$

în care: $c = \frac{d + l}{l} = \frac{75 + 75}{75} = 2$;

$$\eta = 10^{-3}\gamma \left(73\,^{\circ}\text{E} - \frac{63}{^{\circ}\text{E}} \right) = 10^{-3} \cdot 0{,}9 \left(73 \cdot 3 - \frac{63}{3} \right) = 0{,}18 \text{ poise}.$$

Jocul găsit de noi este cel nominal.
Pe de altă parte din ecuația (6) rezultă:

$$\sum R_{med} = \frac{a_{optim}}{32} = \frac{0{,}10}{32} = 3\mu.$$

Convențional, presupunînd același grad de calitate a suprafeței fusului și a cuzinetului, se obține pentru fiecare dintre aceste piese $R_{med} = 1{,}5\,\mu$, ceea ce corespunde clasei a șaptea de calitate și se obține prin rectificarea arborelui și șabăruirea (răzuirea) cuzineților.

Pentru alegerea clasei de precizie și a ajustajului îmbinării de calculat, trebuie să se cunoască nu numai valoarea nominală a jocului a_i, ci și toleranța jocului δ_a, sau, exprimînd altfel, valoarea maximă și cea minimă a jocului inițial.

Pe baza unei serii de cercetări s-au stabilit valorile a_{min} și a_{max}, la care lucrul mecanic al frecării nu se mărește față de cel minimal decît cel mult cu 10%. În acest caz

$$a_{min} = 0{,}65 a_{optim}$$

$$a_{max} = 1{,}35 a_{optim}$$

Deci, toleranța jocului inițial

$$\delta_a = (1{,}35 - 0{,}65)\, a_{optim} = 0{,}7 a_{optim} \qquad (7)$$

Rezolvînd ecuațiile (1) și (7), se poate determina în mod univoc clasa de precizie și ajustările care se aplică în îmbinările pieselor de tip „arbore — alezaj".

Astfel, pentru exemplul mai sus tratat, pentru $a_{optim} = 100\mu$, din ecuația (1) se obține:

$\delta_a = 0{,}7 a_{optim} = 0{,}7 \cdot 100 = 70\mu$ (din ecuația 7), respectiv

$$a_{min} = 100 - 35 = 65\mu$$

$$a_{max} = 100 + 35 = 135\mu$$

Comparînd valorile obținute cu cele din GOST, se observă că cele mai apropiate combinații de ajustaje sînt următoarele:

1) $\frac{A}{X}$, în care: $a_{nom} = 82\,\mu$

$a_{min} = 40\,\mu$

$a_{max} = 125\,\mu$

2) $\frac{A_3}{X}$, în care: $a_{nom} = 100\,\mu$

$a_{min} = 40\,\mu$

$a_{max} = 160\,\mu$

Scanned with OKEN Scanner

Evident că atît îmbinarea $\frac{A}{X}$ cît şi cea de $\frac{A_3}{X}$ asigură doar aproximativ respectarea egalităţilor $a_{min} = 65\mu$, $a_{max} = 135\mu$, precum şi egalitatea $a_{nom} = a_{optim} = 100\mu$.

INFLUENŢA CALITĂŢII SUPRAFEŢEI ŞI A MODULUI DE PRELUCRARE ASUPRA UZURII

Calitatea suprafeţei se caracterizează prin totalitatea macrogeometriei, microgeometriei, microstructurii şi tensiunilor stratului superficial.

Influenţa microgeometriei suprafeţei asupra rezistenţei la uzură a fost caracterizată deja indirect cu ocazia examinării influenţei factorului lubrifiant, deoarece reducerea uzurii prin asigurarea jocului optim a_{optim} depinde direct de ridicarea calităţii prelucrării (reducerea $\sum R_{max}$), pînă la limitele care asigură respectarea inegalităţii $32R_{med} < a_{optim}$.

La frecarea cu ungere, uzura scade aproape liniar în funcţie de îmbunătăţirea microgeometriei.

Această dependenţă poate fi explicată prin următoarele considerente:

1. Neregularităţile proeminente se uzează deosebit de intens la frecare şi anume, în principal, în perioada iniţială a uzurii. În consecinţă, în cazul calităţii reduse a prelucrării se încetineşte rodajul.

2. Creşterea înălţimii neregularităţilor contribuie la concentrarea tensiunilor şi scade solicitarea admisibilă la şoc.

3. Adînciturile pe suprafaţa pieselor (şănţuleţe) sînt focare pentru formarea fisurilor, care accelerează uzura survenită după rodaj.

4. În perioadele de pornire sau de oprire a maşinilor predomină frecarea semilichidă, iar uneori chiar şi cea semiuscată; în aceste cazuri vîrfurile prea înalte ale neregularităţilor duc la despicarea stratului superficial (la materiale elastice de tipul fontei) sau la strivirea lui intensă (la materiale plastice).

Astfel, îmbunătăţirea microgeometriei contribuie la reducerea vitezei de uzură a pieselor.

O influenţă sensibilă exercită asupra uzurii orientarea microasperităţilor. La frecarea uscată coinciderea direcţiei neregularităţilor şi a mişcării cu frecare, micşorează uzura; la frecarea cu ungere trebuie luată în consideraţie mărimea rugozităţii iniţiale şi presiunea specifică, datorită cărui fapt nu totdeauna coinci-

Scanned with OKEN Scanner

derea liniilor de prelucrare cu direcţia mişcării de frecare este situaţia cea mai avantajoasă din punct de vedere al rezistenţei pieselor la uzură. Indicaţii mai amănunţite în această privinţă se pot găsi în lucrările lui P. E. Diacenko.

Microduritatea (duritatea granulelor cristaline separate) şi starea de tensiune a stratului superficial influenţează în mod asemănător asupra rezistenţei la uzură. Creşterea indicilor acestor proprietăţi măreşte rezistenţa la formele abrazive ale uzurii. În acelaşi timp, mărimea şi sensul tensiunilor în volumul metalului, alăturat suprafeţei, influenţează în mod hotărîtor asupra rezistenţei pieselor la oboseală în cazul solicitărilor alternative. Tensiunile de compresiune la suprafaţă, de regulă, măresc rezistenţa la oboseală, pe cînd tensiunile la întindere o reduc. De aceea, apreciind influenţa stării de tensiune asupra duratei de funcţionare a pieselor, trebuie luate în consideraţie condiţiile lor de exploatare.

Macrogeometria suprafeţei se caracterizează, pe lîngă deformările de tip elipsă, conicitate etc. şi prin ondulaţii, care se formează datorită vibraţiei sistemului strung-sculă-piesă, în toate procesele de prelucrare mecanică. Ondulaţiile, ca şi deformaţiile mai grosolane arătate, exercită de obicei o influenţă dăunătoare asupra uzurii, dar în unele cazuri particulare (de exemplu în cazul funcţionării ansamblelor de frecare cu încărcări specifice deosebit de mari) îngreunează înţepenirea metalelor, prevenind astfel griparea înainte de vreme a pieselor.

Parametrii calităţii suprafeţei enumeraţi mai sus, care influenţează în mod hotărîtor asupra rezistenţei pieselor la uzură şi a duratei lor de funcţionare, depind, la rîndul lor de metodele şi regimurile de prelucrare alese. Aplicarea regimurilor de prelucrare mai productive şi mai severe contribuie la creşterea microdurităţii suprafeţei, a tensiunilor remanente şi la mărirea rugozităţii.

Prin acest fapt se explică, probabil, o oarecare contradicţie în concluziile unei serii de cercetători în privinţa influenţei diferiţilor parametri ai aşchierii (a vitezei de tăiere, a mişcării de avans, a adîncimii de tăiere etc.), asupra rezistenţei la uzură.

De aceea, regimurile optime ale aşchierii (din punct de vedere al rezistenţei la uzură) trebuie găsite pe cale experimentală, luînd în considerare materialul pieselor şi condiţiile lor de exploatare.

Datele publicate cu privire la influenţa parametrilor de bază ai aşchierii la strunjire cu cuţit, asupra rezistenţei la uzură permit să se tragă cîteva concluzii particulare. Cea mai mare influenţă

Scanned with OKEN Scanner

o au viteza de tăiere și mișcarea de avans, iar adîncimea tăierii și unghiul de ascuțire a cuțitului sînt mai puțin importante.

Aplicarea unor regimuri de strunjire mai productive (în privința vitezei de tăiere și a mișcării de avans), mărind adîncimea ecruisării și duritatea superficială, contribuie la ridicarea rezistenței la uzură, dar în unele cazuri mărește rugozitatea, scăzînd astfel rezistența la uzură.

În funcție de materialul piesei și de direcția mișcării cu frecare, față de liniile de prelucrare, combinațiile optime ale parametrilor de așchiere pot fi găsiți pe cale experimentală.

Trecerea la metode rapide de rectificare, din motive analoge, influențează în sens pozitiv rezistența la uzură. Astfel, mărirea vitezei de tăiere, a vitezei de rotație a piesei, a avansului longitudinal și a adîncimii de rectificare este deosebit de indicată pentru rezistența la uzură a pieselor; mărirea adîncimii prelucrării are însă o limită în funcție de materialul piesei.

DETERMINAREA DURATEI DE FUNCȚIONARE A PIESELOR

Lucrările de studiere a rezistenței la uzură, efectuate în diferite institute de cercetări științifice pe mașini speciale de încercare, de exemplu pe mașinile lui Zaițev, Anicikov, Amsler etc., dau indicații generale în privința influenței vitezei de ungere și a presiunii specifice asupra vitezei de uzură.

În fig. 11 este reprezentată mașina pentru încercarea frecării și uzurii de tip *A*, sistem Zaițev.

Tipurile pentru încercări se execută în forma unor cilindri *4*, care, rotindu-se împreună cu roata *3*, se rodează cu inelul *5*.

Roata *6* cu inelul de frecare *5* este oprită la rotire cu ajutorul unui fir întins cu un arc dinamometric, care înfășoară roata și un bloc. În felul acesta se măsoară forța de frecare.

Uzura se determină după micșorarea înălțimii (în mm), a volumului (în mm^3) sau a greutății (în mg) celor trei cilindri de încercare.

Încercările de laborator pe modele speciale nu pot da date cantitative despre influența diferiților factori în condițiile concrete de exploatare, adică în prezența unei serii de condiții suplimentare.

Metoda statistică de studiere a vitezei de uzură a fost și va rămîne mijlocul cel mai sigur pentru rezolvarea acestei probleme în condițiile de exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru determinarea vitezei medii de uzură, încercarea piesei noi trebuie efectuată pe o maşină care funcţionează cu încărcare normală, numai după ce a trecut perioada iniţială de rodaj, de ordinul 100—200 ore de funcţionare.

Viteza de uzură, determinată pe cale statistică, încă nu dă răspuns la întrebarea privitoare la durata de funcţionare a piesei

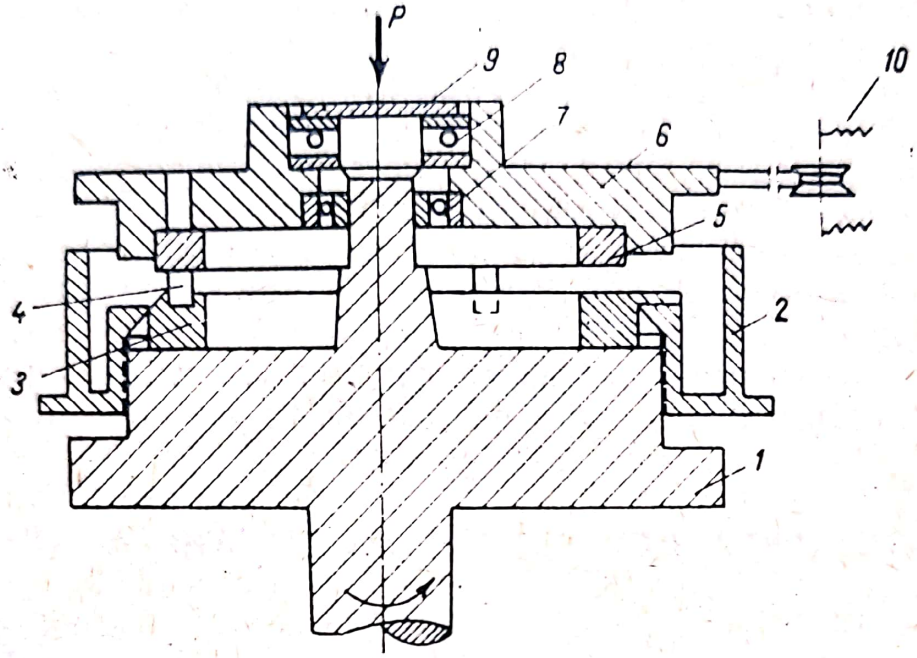


Fig. 11. Maşina pentru încercarea frecării şi uzurii (modelul de tip *A*, sistemul Zaiţev):

1 — cap; *2* — colivia roţii inferioare; *3* — roată inferioară (cu trei locaşuri pentru cilindrii de încercare); *4* — cilindrii de încercare de 5 mm diametru şi de 9 mm înălţime; *5* — inel de frecare; *6* — roată superioară; *7* — rulment radial; *8* — rulment axial; *9* — placă pentru încărcătură *P*; *10* — dinamometru.

ce se uzează. Evident, trebuie să fie cunoscută mărimea limită a modificării admisibile a formei, a dimensiunilor sau a proprietăţilor mecanice ale piesei.

Relativ, cel mai bine este studiată problema modificărilor admisibile ale dimensiunilor pieselor în ansamble de tip arbore-alezaj.

Jocul limită admisibil în aceste îmbinări la o încărcare fără şocuri se exprimă, pentru cazul frecării lichide, cu ecuaţia:

$$a_{adm} = \frac{a_i^2}{4\sum R_{max}} = \frac{a_i^2}{16\sum R_{med}}, \qquad (8)$$

în care: a_i este jocul iniţial (de preferinţă, cel optim), mm;

$\sum R_{med}$ — suma abaterilor medii, geometrice ale înălţimii asperităţilor celor două piese după rodare, mm.

Analizînd această ecuație, ajungem la următoarele concluzii:

1. Trecerea la o clasă de calitate superioară mărește a_{adm} și prelungește durata de funcționare a piesei.

2. Trecerea la o clasă de precizie superioară a prelucrării inițiale a pieselor reduce valoarea abaterilor posibile ale jocului $\left(\pm \frac{\delta_a}{2}\right)$ și în consecință, apropie jocul inițial a_i de jocul nominal calculat a_{optim}, respectiv face ca determinarea lui a_{adm} să fie mai precisă și mai reală.

În cazul cînd solicitările au un caracter dinamic, de exemplu în îmbinările pieselor mecanismelor cu manivelă, jocul limită admisibil la uzură se determină cu formula

$$a_{adm} = 0{,}07\xi d \sqrt{\frac{\eta l}{mn}} \cdot \sqrt{\frac{\eta l d}{mnR}} \qquad (9)$$

în care: ξ este coeficient de siguranță, egal cu 0,5 pentru îmbinări importante la o ungere satisfăcătoare 1,0 pentru îmbinări la o ungere bună, 2,0 pentru îmbinări neimportante, cu viteză redusă, la o ungere satisfăcătoare;

d — diametrul fusului, mm;

η — viscozitatea, poise;

l — lungimea fusului, mm;

n — rot/min sau curse/min;

R — raza manivelei, mm;

m — masa în mișcare de translație, kg·s²/m, ($m = \frac{G}{g}$, în care: G este greutatea pieselor în mișcarea de translație, kg; g — accelerația pămîntească, m/s²).

Se recomandă să se efectueze calculul jocului a_{adm} a îmbinărilor solicitate dinamic atît cu formula (9), cît și cu formula (8) și să se aleagă cea mai mică din valorile obținute.

Adîncimea admisibilă a uzurii x_{adm} se determină pentru fiecare dintre piesele conjugate, care se freacă, la un raport al vitezei de uzură a piesei, care se uzează încet față de cea a piesei care se uzează repede $\varepsilon < 1$, cu formulele (10) și (10 a)

$$x_1 = \frac{\varepsilon\,(a_{adm} - a_i)}{2(1 + \varepsilon)}, \qquad (10)$$

Scanned with OKEN Scanner

în care: x_1 este mărimea uzurii piesei care se uzează încet;

$$x_2 = \frac{a_{adm} - a_i}{2(1+\varepsilon)}, \qquad (10\ a)$$

în care: x_2 este mărimea uzurii piesei care se uzează repede.

Durata de funcționare a pieselor T_1 și T_2 va fi în mod corespunzător:

$$T_1 = \frac{x_1}{v_1} \quad \text{și} \quad T_2 = \frac{x_2}{v_2},$$

în care: v_1 și v_2 sînt vitezele de uzură (în mm/h), găsite pe calea statistică mai sus indicată.

Relațiile arătate se referă numai la acele subansamble de frecare care sînt formate din corpuri de revoluție, în cazul funcționării în condițiile frecării lichide.

Metodologia de calcul a uzurii admisibile și a duratei de funcționare a pieselor în diferite subansamble, trebuie căutată în bibliografia recomandată pentru acest capitol.

Altul va fi modul de rezolvare a problemei cu privire la durata de funcționare a pieselor, ale căror dimensiuni se modifică din cauza frecării și a șocurilor din partea produsului care se prelucrează (fălcile și bandajele concasoarelor, blindajul morilor, rotoarele cu palete și melcii pompelor de nisip etc.). În aceste cazuri, de obicei modificarea limită admisibilă a dimensiunilor și, în consecință, adîncimea uzurii x sînt date de către necesitățile funcționale. Astfel, de exemplu, în urma uzurii bandajelor la concasoarele cu valțuri și în urma micșorării diametrelor lor, se mărește dimensiunea medie a bucăților materialului concasat, ajungînd la limita admisibilă.

Într-o serie de cazuri, pentru calcularea duratei de funcționare modificarea formei piesei poate servi drept criteriu.

Dacă limita modificării admisibile a formei piesei nu rezultă suficient din însăși construcția și destinația subansamblului, atunci, în unele cazuri această limită poate fi calculată cu formule empirice.

Pentru dinții pinioanelor adîncimea unilaterală maximă admisibilă a uzurii dintelui este:

$x_{adm} = 0{,}2m$, pentru angrenaje importante; $x_{adm} = 0{,}4m$, pentru angrenaje neimportante; în aceste formule m este modulul, mm.

Scanned with OKEN Scanner

Durata de funcționare T (în ore) se află din următoarea ecuație:

$$T = \frac{x_{adm} b D \sin 2\alpha}{cfN\left(\frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2}\right)}, \qquad (11)$$

în care: x_{adm} este uzura limită, mm;
b — lungimea dintelui, mm;
D — diametrul primitiv al pinionului, mm ($D = mz$);
α — unghiul de angrenare;
c — coeficientul de uzură; $c = 10$ pentru oțel crom-nichel tratat termic; $c = 18$ pentru oțel carbon tratat termic; $c = 27$ pentru oțel carbon brut; $c = 40 - 50$ pentru oțel și bronz turnat; $c = 80$ pentru fontă;
f — coeficient de frecare, egal cu 0,05—0,1, în cazul unei ungeri bune 0,15—0,2, fără ungere;
N — puterea, kW;
z_1 și z_2 — numărul de dinți al roții și al pinionului.

Pentru rulmenți, în funcție de natura și mărimea încărcării, coeficientul capacității de lucru a rulmentului de un tip și dimensiune dată se determină cu formulele prezentate în toate manualele pentru rulmenți.

În *ansamblele arbore-bucșă* la mișcarea de rotație apare ovalizarea fusurilor-arborelui, ceea ce duce la uzură accelerată.

În acest caz ovalizarea limită admisibilă a fusului y, înțelegînd prin aceasta diferența diametrelor fusului în aceeași secțiune, trebuie să satisfacă următoarea ecuație:

$$y = \frac{0{,}5a_i}{2{,}5 - \varepsilon} \qquad (12)$$

atunci

$$T = \frac{y - y_i}{2v} \qquad (13)$$

în care: y_i este ovalizarea admisibilă a fusului unui arbore nou;
v — viteza de uzură, mm/h;
ε — raportul vitezelor de uzură ale arborelui și bucșei; de obicei $\varepsilon < 1$ ($\varepsilon = 0{,}5$ în cazul arborilor din oțel și a bucșelor din bronz, iar $\varepsilon = 0{,}3$ în cazul arborilor din oțel și cuzineților din babbit).

Scanned with OKEN Scanner

Pentru prelungirea duratei de funcţionare ovalizarea admisibilă a fusurilor unui arbore nou confecţionat $y_i \leqslant 0{,}2a_i$*).

Modificarea proprietăţilor fizico-chimice ale materialului suprafeţei serveşte relativ rar drept criteriu pentru determinarea duratei de funcţionare şi de preferinţă atunci cînd suprafaţa piesei supuse uzurii este prelucrată termic, chimic sau electrochimic (cementare, călire superficială, metalizare, cromare etc.); în aceste cazuri adîncimea uzurii x_{adm} trebuie să fie mai mică decît adîncimea stratului astfel prelucrat.

Intervalele stabilite dintre două reparaţii consecutive, care sînt în vigoare pentru uzinele din industria chimică, se bazează pe duratele convenţionale de funcţionare a pieselor de bază, determinate pe cale experimentală conform datelor statistice.

Este necesar să se tindă către calculul cu justificarea tehnică a limitelor admisibile de uzură, ceea ce va da posibilitate de prelungire a duratei de funcţionare a pieselor şi în mod corespunzător va permite prelungirea intervalelor dintre două reparaţii consecutive ale utilajului.

DEGRADAREA SUPRAFEŢELOR

Degradările suprafeţii pieselor, fisurile, fistulele, rizurile şi ruperile secţiunii, apar datorită modificărilor mecanice sau fizico-mecanice ale miezului pieselor. Defectele de adîncime se pot dezvolta pe baza deteriorărilor superficiale, sau pot apare complet independent de acestea, din cele mai variate cauze.

În clasificarea schematică a degradărilor pieselor, prezentată la începutul acestui capitol, au fost arătate două variante ale degradării integrităţii de natură mecanică şi respectiv chimică.

Cu cercetarea cauzelor degradărilor chimice, adică de coroziune, precum şi cu elaborarea măsurilor pentru prevenirea lor se ocupă mai amănunţit unele ştiinţe speciale (ştiinţa despre coroziune a metalelor şi rezistenţa chimică a materialelor).

La baza variantei mecanice a degradării integrităţii stau fenomenele de oboseală a materialului, care apar în cazul în care asupra piesei acţionează o solicitare ciclică şi, în deosebi, alternativă. Aceste solicitări, repartizîndu-se în volumul piesei, provoacă în unele locuri tensiuni inegale, deoarece mărimea, forma, orientarea axelor şi alte proprietăţi ale cristalelor care formează

*) Deducerea relaţiilor (12) şi (13), precum şi limitele de modificare a formei pentru alte cazuri vezi V. I. Kazarţev, Ремонт машин. Сельхозгиз, 1949.

corpul metalic, sînt diferite. În porţiunile suprasolicitate se formează microfisuri, care, unificîndu-se la cîteva cristale învecinate, duc la apariţia microfisurilor; partea secţiunii care a rămas întreagă, nefiind suficientă pentru prelucrarea întregei încărcări exterioare, se produce ruperea. Secţiunea rupturii astfel apărută a piesei nu este omogenă, ea fiind compusă din două zone: zona cu o structură din cristale mici, ca urmare a ecruisării şi a fisurilor iniţiale, şi zona cu o structură din cristale mari, apărută la distrugerea fragilă.

Deoarece „verigile slabe" din reţeaua cristalină a metalului se pot forma în diferite părţi ale secţiunii, zona formării fisurilor iniţiale poate fi atît în periferia cît şi în centrul secţiunii şi, deci, defectele se pot răspîndi atît dinspre suprafaţa piesei către miezul ei, cît şi în sens opus.

Degradările prin oboseală a pieselor, care lucrează la solicitări variabile însemnate sînt inevitabile. Dar în cazul realizării unei serii de măsuri de natură constructivă şi tehnologică, durata de funcţionare a pieselor poate fi adusă la un nivel superior.

Adeseori forma mecanică a degradării integrităţii este rezultatul construcţiei nesatisfăcătoare, confecţionării de slabă calitate, asamblării sau exploatării proaste a piesei şi subansamblului.

Asemenea degradări ale integrităţii cu avarie sînt foarte variate. Pentru prevenirea lor trebuie respectate principii mai severe faţă de construirea şi executarea pieselor de schimb, precum şi faţă de montarea subansamblelor, de repararea şi întreţinerea lor.

Pentru prevenirea defectelor indicate este necesar:

1. Să se folosească la realizarea pieselor şi subansamblelor de schimb importante, ale maşinii, metodele moderne ale defectoscopiei pentru descoperirea defectelor interne, röentgenoscopie, metode magnetice, cu ultrasunet etc.

2. Să se aplice tratamentul termic şi durificarea mecanică pentru reducerea tensiunilor interne în piesele turnate, importante, subansamble de sudură, piese confecţionate prin îndoire sau matriţare la rece etc.;

3. La proiectarea pieselor de schimb să nu se admită treceri bruşte în locurile de conjugare, să se ţină cont de rezistenţele la oboseală, introducînd corectivele corespunzătoare în normele solicitărilor admisibile;

4. Să se folosească în atelierele de reparaţie instrumente de măsură de precizie, care asigură recepţia pieselor de schimb conform clasei de precizie indicate pentru realizarea asamblării de reparaţie, cu strîngeri şi jocuri optime;

Scanned with OKEN Scanner

5. Să se ajusteze, să se regleze şi să se centreze mai corect, piesele şi subansamblele conjugate la reparaţii prin introducerea dispozitivelor de asamblare şi control necesare; în primul rînd centrarea precisă trebuie să fie aplicată la asamblarea angrenajelor cu melc, elicoidale şi cu roţi dinţate, precum şi la asamblarea arborilor coaxiali;

6. Să se asigure o bună întreţinere a maşinilor.

Satisfacerea acestor cerinţe elementare şi a altora asemănătoare lor, trebuie să se bazeze pe o tehnologie riguros elaborată a reparaţiei fiecărei maşini de bază.

Sistemul adoptat al clasificării degradărilor permite să se aprecieze aproximativ posibilităţile reale de recondiţionare a pieselor degradate.

Piesele cu degradări din grupa Ia, respectiv cu uzură mecanică superficială, se recondiţionează uşor la dimensiunile nominale şi forma iniţială cu metodele prezentate în capitolul următor. Într-o serie de cazuri, recondiţionarea readuce în exploatare o piesă nu numai corespunzătoare, dar chiar şi îmbunătăţită în comparaţie cu o piesă analogă nouă, deoarece recondiţionarea poate fi îmbinată cu mărirea rezistenţei la uzură.

Piesele cu degradări din grupa Ib, respectiv cu uzură de coroziune superficială, nu se recondiţionează în toate cazurile, deoarece produsele coroziunii care adeseori nu pot fi complet îndepărtate, împiedică acoperirea cu un nou strat superficial sau reduc rezistenţa lui. Recondiţionarea pieselor cu degradări din această grupă este rareori completă şi reprezintă în principal o rezolvare provizorie.

Piesele cu degradări ale integrităţii din grupa IIa, respectiv de natură mecanică, în majoritatea cazurilor, pot fi recondiţionate, însă tehnologia lucrărilor de recondiţionare este mai complicată şi nu totdeauna dă rezultate calitativ omogene.

În unele cazuri costul lucrărilor legate de recondiţionare poate fi ceva mai mare în comparaţie cu costul pieselor noi, dar datorită lipsei lor în magazie, uneori trebuie să se efectueze recondiţionarea acestor piese, asigurînd astfel reducerea timpului de oprire a maşinii.

Piesele cu degradări ale integrităţii din grupa IIb, respectiv de natură corozivă, de regulă nu se recondiţionează decît dacă distrugerea corozivă a integrităţii (fistulele, fisurile, defectele etc.) sînt localizate într-un volum redus; în aceste cazuri este posibilă tăierea porţiunii defecte şi recondiţionarea prin sudarea adaosurilor, prin înşurubarea dopurilor ş.a.m.d.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL III

RECONDIȚIONAREA PIESELOR DEGRADATE

METODELE DE RECONDIȚIONARE A PIESELOR

Cheltuielile pentru toate felurile de lucrări de reparație și de întreținere a utilajului industriei din U.R.S.S. totalizează anual miliarde de ruble.

Valoarea relativă a acestor cheltuieli, exprimată în procente față de valoarea de investiție a mașinilor, variază mult pentru diferitele ramuri ale industriei. În particular, cheltuielile anuale pentru reparații în industria chimică constituie de obicei 10—15% din valoarea de investiție a mașinilor și aparatelor, urcînd uneori pînă la 40%. Prin aceasta, se cheltuiește anual pentru fabricarea pieselor de schimb noi, mijloace, care constituie cel puțin 3—4% din valoarea de investiție a utilajului.

Se poate obține o economie reală însemnată a mijloacelor, prin recondiționarea cel puțin a 20—30% din piesele de schimb, ceea ce permite de asemenea să se reducă consumul de metal și perioada de inactivitate a mașinilor în timpul reparațiilor, datorită fabricării cu întîrziere a pieselor noi.

Metodele de recondiționare a pieselor care și-au pierdut exactitatea dimensiunilor și a formei din cauza uzurii mecanice, sau care și-au pierdut integritatea în urma diverselor avarii, sînt foarte variate.

Din metodele de recondiționare fac parte:

Prelucrarea la dimensiuni de reparație Metalizarea Încărcarea prin sudare Recondiționarea prin turnare Încărcarea prin scîntei electrice Schimbarea plastică a formei Galvanizarea Recondiționare cu piese suplimentare	Pentru piesele cu degradări superficiale, mai ales în urma uzurii mecanice
Sudare Lipire Utilizarea adaosurilor de reparație Ajustare	Pentru piese deteriorate

Din punctul de vedere al alegerii raționale a metodei de recondiționare, piesele utilajelor chimice care prezintă degradări superficiale pot fi clasificate după trei criterii:

1. Condițiile de lucru în exploatarea piesei (caracterul solicitărilor, prezența lubrifiantului, temperatura).

Scanned with OKEN Scanner

2. Valorile absolute ale dimensiunilor de gabarit şi ale greutăţii.

3. Accesibilitatea metodelor de recondiţionare la locurile degradate.

Influenţa determinantă a acestor criterii permite clasificarea pieselor de recondiţionat, pe baza acestor criterii, în următoarele categorii:

Categoria 1: piese care sînt supuse uzurii în condiţiile frecării fără ungere.

Categoria 2: piese care în exploatare sînt supuse uzurii în subansamblurile de frecare, asigurate cu lubrifiant.

Pe baza acestei clasificări sînt expuse (tab. 6) metodele recomandate de recondiţionare a pieselor uzate superficial.

Recondiţionarea pieselor printr-o metodă sau alta poate fi combinată (dacă este necesară mărirea stabilităţii chimice) cu protecţia anticorosivă prin acoperire cu straturi speciale (bachelitizare, cauciucare, acoperire cu mase plastice prin pulverizare la cald etc.).

Tabela 6

Domeniile de aplicare a metodelor de recondiţionare a pieselor

Clasa, subclasa şi grupa pieselor	Metodele de recondiţionare recomandate în succesiunea eficacităţii lor		
	pentru uzură pînă la adîncimea de 0,3 mm	pentru uzură la adîncimea de 0.3—5 mm	pentru uzură peste 5 mm în adîncime
1*a* Piese în rotire cu suprafeţe cilindrice exterioare de uzură	Cromare rezistentă la uzură, încărcare prin scîntei electrice	Încărcarea prin sudare cu oţeluri şi aliaje dure	Încărcare prin sudare în mai multe straturi cu oţel şi cu aliaje cu duritate din ce în ce mai mare
1*b* Idem, cu suprafeţe cilindrice interioare	—	Idem	Recondiţionarea cu piese suplimentare
1*c* Piese cu suprafeţe de uzură plane sau profilate	Cromare rezistentă la uzură, încărcare prin scîntei electrice	Idem	Încărcarea prin sudare în mai multe straturi cu oţeluri şi aliaje din ce în ce mai dure

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 6 (continuare)

Clasa, subclasa şi grupa pieselor	Metodele de reconditionare recomandate în succesiunea eficacităţii lor		
	pentru uzură pînă la adîncimea de 0,3 mm	pentru uzură la adîncimea de 0,3—5 mm	pentru uzură peste 5 mm în adîncime
2*a*-1 Arbori cu dimensiuni medii şi mari	Idem	Metalizare	Prelucrare la dimensiuni de reparaţie, metalizare, încărcare prin sudare cu oţeluri
2*a*-2 Arbori, bolţuri mici, tije	Cromare poroasă, deformare plastică	Metalizare, depunere electrochimică de oţel	—
2*b*-1 Bucşe de diametru mare cu uzură pe întreaga suprafaţă	Metalizare după asperizare prin pilire prealabilă	Metalizare, încărcare prin sudare cu aliaje antifricţiune, reconditionare prin turnare	Reconditionare prin turnare, reconditionare cu piese suplimentare
2*b*-2 Bucşe de diametru mare cu uzură locală	—	Încărcare prin sudare cu aliaje antifricţiune	Încărcare prin sudare în mai multe straturi cu aliaje antifricţiune
2*b*-3 Bucşe mici	Deformare plastică (refulare)	Reconditionare prin turnare	Reconditionare prin turnare
2*c*-1 Piese plane cu suprafaţa mare de uzură	Încărcare prin scîntei electrice	Metalizare	Încărcare prin sudare, reconditionare cu piese suplimentare
2*c*-2 Piese plane cu suprafaţă mică de uzură	Încărcare prin scîntei electrice şi cromare	Metalizare, încărcare prin sudare şi depunere electrochimică de oţel	Încărcare prin sudare

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 6 (continuare)

Clasa, subclasa și grupa pieselor	Metodele de recondiționare recomandate în succesiunea eficacității lor		
	pentru uzură pînă la adîncimea de 0,3 mm	pentru uzură la adîncimea de 0,3—5 mm	pentru uzură peste 5 mm în adîncime
2*d*-1 Piese cu uzură pe filet exterior	Cromare	Încărcare prin sudare cu oțeluri de construcție	Încărcare prin sudare cu oțeluri de construcție
2*d*-2 Piese cu uzură pe filet interior	Idem	Sudare, pilire, tăiere	
2*e* Piese cu uzură pe margine dințată	—	Încărcare prin sudare cu oțeluri de construcție și cu aliaje dure	

PRELUCRAREA PIESELOR LA DIMENSIUNI DE REPARAȚIE

Influența proceselor tehnologice de recondiționare a pieselor este strîns legată de elaborarea tehnologiei reparației subansamblurilor de mașini.

Pentru orice subansamblu există o recondiționare totală și una parțială.

Prin *recondiționare totală* se restabilesc dimensiunile nominale inițiale la toate piesele care constituie subansamblul și astfel se restabilesc în mod automat și ajustajele nominale.

Prin *recondiționare parțială*, reparația se limitează numai la restabilirea ajustajului nominal inițial.

Dezmembrînd subansamblul în elementele conjugate, piesa mai scumpă sau mai puțin uzată este adusă prin prelucrare la forma și calitatea de suprafață (însă nu și la dimensiunea) inițială. Cealaltă piesă conjugată este recondiționată prin încărcarea suprafeței sau, pur și simplu, este schimbată cu una nouă de dimensiuni care să compenseze uzura și prelucrarea suplimentară a primei piese.

Dimensiunile conjugate modificate ale pieselor corespunzătoare cazului de recondiționare parțială a subansamblului, se

Scanned with OKEN Scanner

numesc dimensiuni *de reparație*. De regulă, piesa din perechea conjugată, care nu este înlocuită, servește timp îndelungat, de exemplu, de la o reparație capitală la alta, însă uzura ei crește treptat.

Uzura totală a piesei neînlocuite pe întreaga perioadă de lucru a acesteia x_{fin} este alcătuită dintr-o serie de uzuri mici x, pentru perioadele de lucru dintre reparațiile curente.

În același timp, la fiecare reparație curentă, o dată cu recondiționarea parțială, piesa neînlocuită este prelucrată (pentru a-i da forma și calitatea de suprafață cerute) la adîncimea y.

Prin urmare, la fiecare reparație curentă, dimensiunea piesei (în mm) se modifică într-o direcție cu $(x + y)$ și în ultimă instanță, după ultima reparație curentă, piesa este micșorată:

într-o direcție cu $(x + y)\, n$

pe diametru cu $2\,(x + y)\, n$

(la n reparații curente și intermediare)

Dacă din condițiile de rezistență sau după alte criterii se cunoaște dimensiunea limită admisibilă D_K și dimensiunea nominală D_{nom} se poate calcula n din ecuația

$$D_K - D_{nom} = 2n\,(x + y)$$

adică pentru alezaje

$$n = \frac{D_K - D_{nom}}{2(x + y)}$$

pentru arbori

$$n = \frac{D_{nom} - D_K}{2(x + y)}$$

De obicei în practica reparațiilor, în cazurile care nu impun prea mare răspundere, se ia pentru arbori $D_K = (0{,}93 - 0{,}95)\, D_{nom}$, adică $D_{nom} - D_K = (0{,}05 - 0{,}07)\, D_{nom}$, iar

$$n = \frac{0{,}025 \ldots 0{,}035}{x + y}$$

Prin urmare, la recondiționarea parțială numărul dimensiunilor de reparație intermediare nu poate fi ales arbitrar și se calculează după date experimentale, care caracterizează uzura x și pierderea prin prelucrare y pentru timpul de funcționare între două reparații curente.

Scanned with OKEN Scanner

Încărcarea pieselor prin pulverizarea pe suprafaţa acestora a unui metal topit în jet de aer comprimat, se numeşte metalizare.

Instalaţia de metalizare se compune din dispozitivele de încălzire şi de pulverizare, din mecanismul de alimentare cu metalul ce urmează a fi topit şi dispozitive auxiliare. În aparatele de metalizare moderne, denumite şi „pistoale de metalizare", toate dispozitivele de alimentare, încălzire şi pulverizare sînt reunite într-un corp de gabarit redus şi uşor transportabil.

Dezvoltarea construcţiei de pistoale de metalizare a dus la apariţia cîtorva tipuri de aparate, caracterizate prin starea metalului de pulverizat (aparate cu sîrmă şi aparate cu pulbere) şi prin sursa de căldură pentru topire (gaz, arc electric şi curenţi de înaltă frecvenţă[1]).

Picăturile de metal topit antrenate de jetul de aer comprimat sau de orice alt gaz se îndreaptă spre suprafaţa de recondiţionat, ca asupra unui ecran, şi, lovindu-se de ea, aderă la aceasta. Drumul picăturilor metalice prin aer durează fracţiuni infime de secundă, întrucît viteza lor este de 120—200 m/s, iar distanţa duzei aparatului de metalizare de ecran nu trece de 0,2 m.

Deşi durata acestui drum este scurtă (de ordinul 0,001—0,002 s), dat fiind suprafaţa mare a picăturilor fine de metal[2]), este suficient pentru ca în metal să aibă loc o serie de procese fizico-chimice (oxidare, arderea grafitului, transformări alotropice şi structurale etc.) şi o răcire mai mult sau mai puţin însemnată a picăturilor. În cazul metalizării, adeziunea poate fi explicată prin procese molecular-mecanice, la suprafaţa piesei ce se metalizează.

Contactul molecular şi schimbul molecular se completează cu aderarea pur mecanică la suprafaţa aspră a piesei, formînd astfel, prin forţa imensă a loviturii, de ordinul miilor de dyne, o aderenţă destul de puternică a stratului pulverizat cu materialul de bază, ceea ce justifică recomandarea acestei metode pentru recondiţionarea unei serii de piese.

În U.R.S.S. cea mai largă răspîndire o au aparatele electrice de metalizat cu arc LK-U şi EM, ale căror scheme de principiu coincid.

---

[1]) ЦБТИ мин. тяж. машиностроения, вып. 152—3 (1957).

[2]) Diametrul picăturilor este cuprins între 1—10 μ şi prin urmare suprafaţa unui gram de metal cu greutate specifică de circa 8 gf/cm³ (oţel) ajunge pînă la 0,2 m².

Alimentarea cu două sîrme de diametru 1,2—2 mm se realizează cu role de fricţiune R cu transmisie de la turbina pneumatică (fig. 12). Între ambele sîrme, legate de polii diferiţi ai bobinei transformatorului de tensiune joasă, se formează un arc foarte scurt, care produce efectul termic necesar pentru topirea

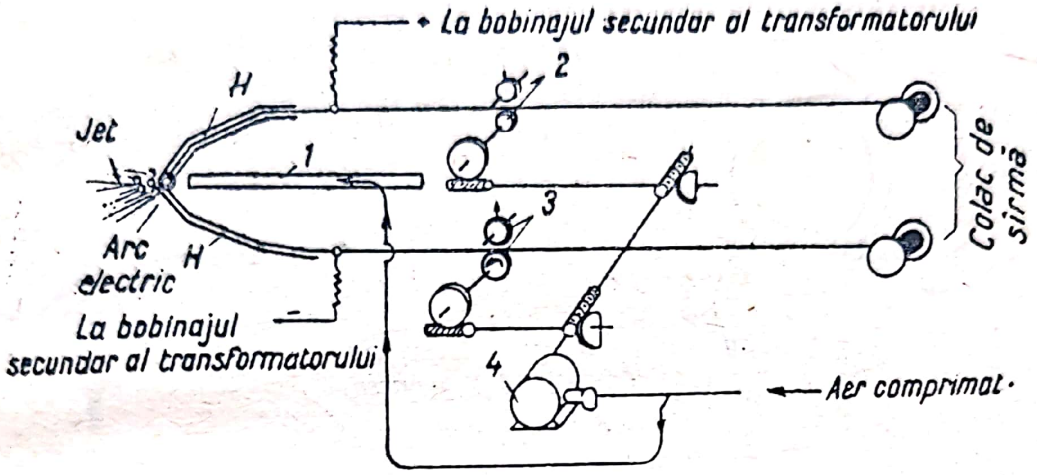


Fig. 12. Schema de principiu a unui aparat electric de metalizare:
1 — ţeavă pentru aer comprimat BT; *2* — role de fricţiune *p*; *3* — role de fricţiune; *4* — turbină de aer.

continuă a sîrmelor, în timp ce aerul comprimat trecut prin tubul central produce pulverizarea metalului topit.

În afară de pistolul de metalizare, în complexul agregatului electric de metalizare intră un transformator, o masă de comandă şi un dispozitiv pentru încărcat bobinele cu sîrmă.

Aparatele electrice de metalizare indigene sînt alimentate cu curent alternativ de 20—35 V, însă în ambele cazuri pot fi alimentate şi cu curent continuu.

Tipuri mai moderne de aparate de metalizare sînt:

EM-6, aparat staţionar şi aparatele universale manuale EM-3 şi EM-4.

Aparatele EM-3 au fost îmbunătăţite constructiv prin introducerea: a) regulatorului centrifugal al turaţiei turbinei pneumatice, b) reglarea poziţiei piesei de capăt a tubului de aer, care permite crearea şi menţinerea unui jet mai concentrat de metal topit, c) utilizarea unor ghidaje drepte cu şarnir în locul celor îndoite, în scopul reducerii uzurii lor.

Datele de bază pentru aparatul de metalizare EM-3, reprezentat în fig. 13, sînt următoarele:

Greutatea aparatului...	2,4 kg
Diametrul sîrmei....	1—2 mm
Tensiunea.....	20—35 V
Puterea necesară....	3—3,5 kW
Consumul de aer comprimat la 3,5—5 at...	1,0—1,2 m³/min
Productivitatea exprimată în metal topit/h (oţel).....	1,8—2,5 kg/h

Aparatele de metalizare cu gaz GIM-1 (pentru acetilenă) și GIM-2 (pentru alte gaze) au o productivitate (pentru oțel) de 1,0—1,5 kg/h, utilizînd 0,6—0,8 m³/min aer comprimat, 300—600 l/h acetilenă sau gaze de sondă și 900—1 800 l/h oxigen. Principiul de funcționare al aparatelor de metalizare cu gaz este ilustrat schematic în fig. 14 [1]).

Bucșele cu un raport mic între diametru și lungime pot fi metalizate prin așezarea pistolului lateral, succesiv pe

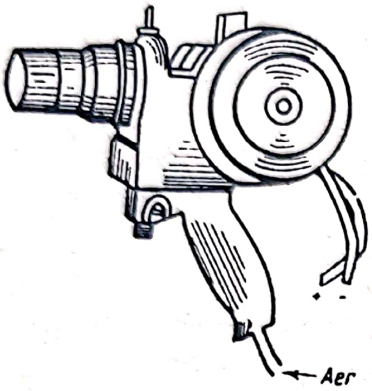


Fig. 13. Aparat electric de metalizare EM-3.

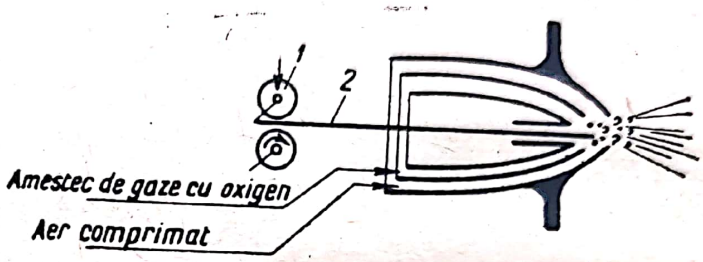


Fig. 14. Schema de principiu a unui aparat de metalizare cu gaz:
1 — role de fricțiune; *2* — sîrmă.

două părți; în felul acesta distanța duzei de suprafață va fi variabilă, adică va fi mai mare pentru zona centrală și mai mică pentru porțiunile apropiate de fețele laterale, ceea ce nu asigură proprietăți uniforme ale stratului metalizat pe lungimea bucșei. În prezent este pusă la punct fabricarea capetelor de alungire UG-1 (pentru aparatele de metalizare EM-3) pentru metalizare interioară, capete care înlătură neajunsul menționat.

Proprietățile fizico-mecanice ale stratului depus prin metalizare

Proprietățile principale ale stratului sînt: 1) aderența; 2) compactitatea acoperirii; 3) duritatea stratului; 4) rezistența la uzură; 5) rezistența mecanică.

Aderența stratului de metal pulverizat la suprafața metalului de bază este un fenomen de legătură superficială și, prin urmare, formarea lui este condiționată de energia stratului molecular superficial al ambelor metale care vin în contact.

Această fixare la suprafață, denumită aderență, este cantitativ mult mai slabă decît aderența intermoleculară caracteri-

[1]) Caracteristicile detaliate tehnice și de exploatare ale aparatelor de metalizare cu arc electric și cu gaz, ale tipurilor enumerate, sînt redate în indicațiile îndreptar VNII avtoghen vîp. 5
«Эксплуатация металлизационных аппаратов», Машгиз, 1955.

stică proceselor de încărcare cu sudură, respectiv de turnare. Probele de rezistență la aderență nu sînt standardizate și se pot efectua cu dispozitive foarte diferite.

Una dintre metodele cele mai utilizate este următoarea: se metalizează două epruvete cilindrice numai pe fețele laterale și se lipesc de-a lungul conturului (numai pe înălțimea stratului depus prin metalizare). La încercarea la tracțiune a epruvetei lipite, ruperea are loc la suprafața de aderență a stratului depus prin metalizare cu materialul de bază; rezistența la rupere (în kgf/cm²) caracterizează gradul de aderență.

Mai apropiată de condițiile reale de lucru ale pieselor metalizate pentru mașini este metoda de încercare a rezistenței la forfecare în direcția axială sau tangențială a aderenței stratului depus prin metalizare.

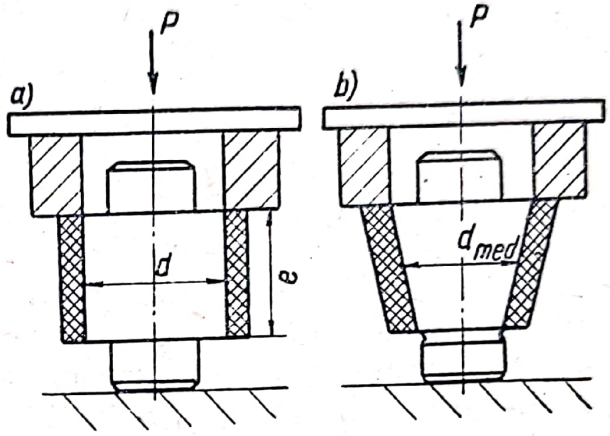


Fig. 15. Schema de încărcare a epruvetelor metalizate pentru stabilirea aderenței prin metoda forfecării axiale: *a* — epruvetă cilindrică; *b* — epruvetă conică.

În fig. 15 este reprezentată schematic încercarea de rezistență a aderenței în cazul forfecării axiale a stratului într-o presă. Stratul depus prin metalizare pe o epruvetă cilindrică (*a*) sau conică (*b*) se foarfecă sub acțiunea presei, care apasă cu un dorn asupra feței laterale a stratului depus. Gradul de aderență se consideră egal cu rezistența la forfecare (în kg/cm²) adică

$$\sigma_a = \frac{P}{\pi dl}$$

În mod evident, forfecarea în formă mai pură are loc numai la epruvetele conice, deoarece la încercarea obiectelor cilindrice, o dată cu forfecarea stratului, are loc și ruperea acestuia.

Deși rezultatele încercărilor gradului de aderență se consideră echivalente (în kg/cm²) pentru majoritatea metodelor (desprindere, forfecare axială, răsucire), ele totuși nu sînt comparabile și de aceea, în cazul cînd solicitarea admisibilă a piesei metalizate trebuie calculată în funcție de gradul de aderență, trebuie folosite rezultatele încercărilor, efectuate după o schemă asemănătoare cu cazul real din exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Aderența depinde de proprietățile fizico-chimice ale metalului, de încărcarea metalului de bază, cît și de următorii factori:

1) pregătirea suprafeței;
2) temperatura suprafeței de metalizat;
3) regimul de metalizare, în special presiunea aerului;
4) distanța suprafeței de metalizat de duza pistolului;
5) viteza de aplicare a metalului pulverizat.

Pregătirea suprafeței constă în curățirea și asperizarea ei. Asperizarea asigură creșterea raportului dintre suprafața efectiv încărcată și suprafața geometrică măsurată și deci aderența medie (în kg/cm^2) crește.

Acest fapt a fost dovedit experimental printr-o serie de lucrări efectuate de ȚNIITMAȘ și de alte organizații. Din aceste lucrări rezultă că metoda cea mai eficace de mărire a gradului mediu de aderență trebuie considerată pregătirea prin rizuire și în măsură mai mică prin sablare.

Pentru piese în rotire, rizuirea se execută în forma unor șanțuri inelare sau a unui „filet teșit".

Afară de metodele mecanice de asperizare a suprafeței de metalizat menționate mai sus, merită atenție și metodele electrice, recomandabile în mod special la pregătirea suprafețelor pieselor călite, fără recoacere, prin metoda anodo-mecanică sau cu scîntei electrice. Metoda anodo-mecanică (prin electro-eroziune) de asperizare a suprafețelor este deosebit de indicată în toate cazurile de metalizare a suprafețelor dure ($R_c > 40$) și se realizează cu un disc de fontă într-un electrolit cu un regim electric foarte puternic (22 — 24 V, 100 — 150 A[1]).

Preîncălzirea pieselor ce se metalizează la temperaturi de 200—250°C, ușor de realizat, mărește aderența și este indicată într-o serie de cazuri și anume:

a) la metalizarea pieselor supuse în exploatarea unor momente considerabile de torsiune sau frecare, care produc tensiuni mari de forfecare la nivelul suprafeței de contact între „stratul de metalizare și materialul de bază" ale piesei;

b) la pulverizarea cu metale care formează un strat puțin aderent (aluminiu pe oțel sau pe aluminiu).

În afară de influența hotărîtoare a caracterului pregătirii suprafeței și influența vizibilă a temperaturii asupra gradului de aderență, mai trebuie menționați alți cîțiva parametri ai regimului de lucru: tensiunea arcului, intensitatea curentului (și în conse-

---

[1]) A. S. Kazanțev, Анодно-механическое шлифование металлов в ремонтном производстве. Машгиз, 1955, p. 75—77.

Scanned with OKEN Scanner

cinţă, alimentarea cu sîrmă proporţională cu intensitatea curentului), presiunea aerului şi distanţa de la duză la suprafaţa piesei. Aderenţa optimă se obţine la valori anumite ale acestor parametri, care pentru metalizări cu straturi de oţel şi bronz pe oţel şi fontă sînt următoarele:

Tensiunea arcului	25—30 V
Intensitatea curentului	100—120 A
Presiunea aerului comprimat	4—5 at
Distanţa de la piesă la duză	100—150 mm

După datele încercărilor la tracţiune în regim optim, la o pregătire corespunzătoare şi o temperatură normală a piesei, gradul de aderenţă a diverselor straturi este caracterizat prin următoarele cifre (în kg/cm²):

Oţel pe oţel	30—40
Oţel pe fontă	70—100
Bronz pe oţel şi fontă	50—60
Aluminiu pe oţel şi fontă	20—25
Zinc pe oţel şi fontă	50—60

Încercarea la forfecare dă valori mai mari ale gradului de aderenţă şi deci mai reale din punct de vedere al concordanţei cu condiţiile de solicitare în exploatare.

Rezultatele determinărilor gradului de aderenţă, ca rezistenţa la forfecarea axială pe piese de probă conice (conform figurii 15, *b*), efectuate de institutul tehnologic din Leningrad, LENSOVIET[1]), sînt date mai jos sub formă de diagrame (fig. 16) şi dau valori pentru σ_{ad} de cinci ori mai mari decît valorile determinate prin metoda încercării la tracţiune (desprinderii). Din această diagramă rezultă că îngroşarea stratului de metalizare pe organe din clasa arborilor măreşte gradul de aderenţă. Stratul depus prin metalizare se formează din picături individuale turtite şi nele-

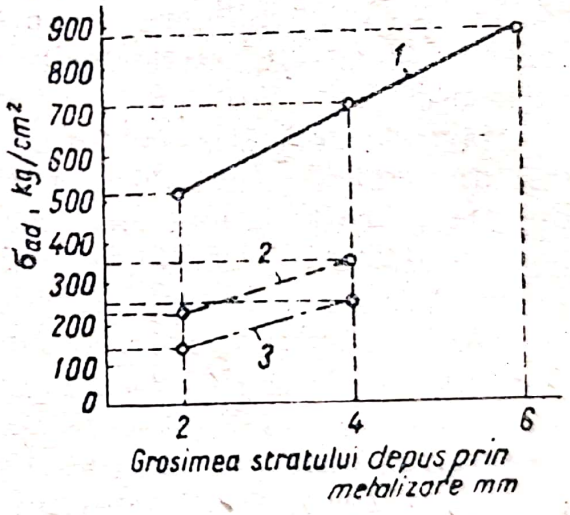


Fig. 16. Gradul de rezistenţă la forfecare axială a aderenţei pe epruvete conice (oţel pe oţel):

1 — pulverizare cu aer comprimat; pregătire „filet teşit"; *2* — pulverizare cu aer comprimat ,pregătire prin pilire; *3*—pulverizare cu bioxid de carbon, pregătire prin pilire.

[1]) A. I. Şapiro, I. A. Şvalb, Отчет, фонд ЛТИ им. Ленсовета, 1951.

gate între ele, din care cauză porozitatea acestui strat este inevitabilă.

Pentru metale ușor fuzibile, densitatea relativă a stratului este în medie 91%, deci 9% porozitate, în timp ce pentru metale greu fuzibile densitatea relativă scade la 85%, iar porozitatea crește la 15%.

Densitatea relativă și porozitatea depind în mare măsură de distanța piesei de la duză, de presiunea aerului și de temperatura suprafeței de metalizat.

Pentru a obține straturi rezistente la uzură (în cazul pieselor supuse frecării cu ungere), porozitatea este utilă și de aceea nu sînt necesare măsuri speciale de compactizare.

Trebuie menționat că, pentru a se obține un strat depus prin metalizare impermeabil, el trebuie să aibă o grosime care să depășească 0,2 mm pentru metale ușor fuzibile și 0,3 mm pentru oțeluri.

În procesul de metalizare au loc modificări de structură ale metalului și schimbări ale compoziției sale chimice, oxidarea metalului, arderea carbonului etc.

O viteză considerabilă de răcire permite în cazul pulverizării oțelului stabilizarea unor structuri mai dure, trostită, martensită; formarea oxizilor permite de asemenea o creștere a durității medii.

Mărirea durității stratului depus prin metalizare (determinată prin calculul valorii medii la o serie de măsurări ale microdurității) crește la metalizarea obișnuită cu 70—100% din duritatea metalului inițial, deci cu o valoare apreciabilă.

Preîncălzirea suprafeței micșorează duritatea stratului.

Rezistența la uzură a straturilor depuse prin metalizare este de obicei cu 30—50% mai mare decît rezistența la uzură a metalelor inițiale (sîrme) topite (în condițiile unei ungeri normale).

Creșterea rezistenței la uzură se explică prin combinarea unei durități ridicate cu o porozitate mare.

În felul acesta se creează condițiile corespunzătoare pentru micșorarea frecării și se asigură posibilitatea unei funcționări sporadice fără ungere (de exemplu în perioadele de pornire și oprire a mașinilor etc.), datorită lubrifiantului acumulat în pori.

S-a dovedit că metalizarea bucșelor cu sîrmă din aliaje, plumb-aluminiu (1 : 1) sau plumb-cupru (15 : 85) asigură într-un ansamblu cu fusuri de oțel un coeficient de frecare constant scăzut de ordinul 0,004—0,008, adică de 1,5—2 ori mai mic decît în lagărele turnate din cele mai bune babbite.

Rezistența metalului pulverizat ca atare (sub formă de strat independent) este extrem de mică. Un astfel de strat este friabil

Scanned with OKEN Scanner

și se rupe ușor. Pentru majoritatea metalizărilor rezistența limită de rupere a stratului $\sigma_b \leqslant 3$ kgf/mm², iar alungirea relativă este aproape egală cu zero. Pe de altă parte, limita de rezistență la compresiune a acestor straturi este mare (de exemplu pentru straturi pulverizate din oțel $\sigma_z \approx 100$ kgf/mm²).

Datorită porozității și structurii neuniforme a stratului pulverizat, rezultă o scădere a rezistenței sale la coroziune, în comparație cu sîrma metalică inițială. Pentru a evita acest lucru, în caz de necesitate, metalizarea trebuie făcută în mediu de gaz inert (azot, bioxid de carbon), care înlocuiește aerul comprimat din pistol. Încercările făcute în această direcție au arătat că metalul suferă modificări mai mici de compoziție și structură în timpul drumului picăturilor în curentul de gaz inert, iar stratul de metalizare este mai uniform, astfel că rezistența la coroziune a acestor straturi este mai mare decît a celor obținute din același metal într-un curent de aer comprimat.

În fig. 17 sînt reprezentate curbele degajării de gaze la introducerea unor epruvete metalizate într-o soluție $2n$ de H_2SO_4, din care rezultă rezistența mai mare la coroziune a epruvetelor executate prin pulverizarea metalului topit în curent de CO_2.

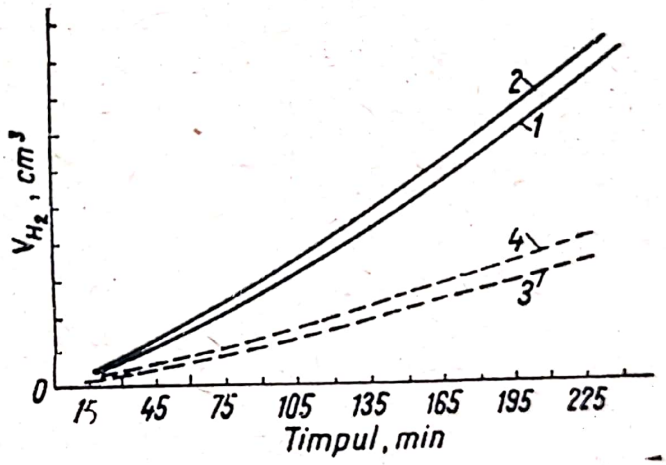


Fig. 17. Încercări de coroziune a epruvetelor de oțel (S 3) metalizate cu degajare de hidrogen într-o soluție $2n\,H_2SO_4$.

Metalizare în curent de aer: *1* — suprafață neprelucrată; *2* — suprafață prelucrată prin așchiere. Metalizare în curent de bioxid de carbon: *3* — suprafață neprelucrată; *4* — suprafață prelucrată prin așchiere.

CONCLUZII

1. În cazul cînd stratul lucrează împreună cu materialul de bază, stratul preia toate tipurile de solicitări în limite corespunzătoare limitei de elasticitate (pentru un anumit fel de deformație dat), a metalului de bază al piesei.

2. Calculul de rezistență al pieselor indicate trebuie făcut pentru dimensiunile secțiunii metalului de bază rămasă după prelucrare, de exemplu după strunjire și asperizare, fără a lua în considerare grosimea stratului depus prin metalizare.

3. Din cauza friabilității acestor acoperiri, ele trebuie folosite numai în cazul solicitărilor statice și al frecărilor cu ungere.

Scanned with OKEN Scanner

4. Piesele metalizate au o duritate superficială și o rezistență la uzură mai mare, însă rezistența lor la coroziune este mai mică decît cea a metalului inițial.

Procesele tehnologice pentru executarea metalizării

Pregătirea suprafeței uzate se face în felul următor:

1) redarea formei geometrice a piesei, distruse prin uzură, de exemplu, strunjire pentru îndepărtarea ovalizării, conicității sau formării de umflături pe fusul arborelui;

2) asperizarea suprafeței;

3) curățirea (de oxizi, impurități și grăsime).

Prelucrarea mecanică preliminară nu este numai o metodă de restabilire a formei, ci servește și scopului special de a da piesei metalizate un astfel de profil, încît să se evite alunecarea și știrbirea stratului la muchii.

Metodele de fixare a muchiilor, recomandate, cu ajutorul diferitelor feluri de pregătire, sînt arătate în fig. 18.

Deosebit de importantă este utilizarea diverselor șanțuri și renuri pe suprafețele cilindrice sau plane interioare, ce urmează a fi metalizate, deoarece stratul pulverizat, contractîndu-se la răcire, tinde să se desprindă de suprafața de bază sau de suprafața de strunjire interioară.

Aceste inconveniente explică limitele diferite ale grosimii admisibile ale stratului, pentru suprafețe cilindrice exterioare

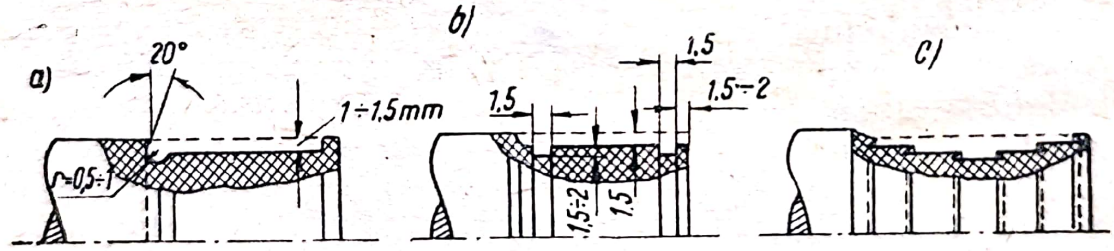


Fig. 18. Strunjirea fusurilor și degajărilor înainte de metalizare:
a și *b* — strunjirea fusurilor; *c* — strunjirea degajărilor în cazul uzurii neuniforme (în trepte).

(pînă la 10 mm), pe de o parte, și pentru suprafețe cilindrice interioare și suprafețe plane (3—4 mm) pe de altă parte.

Adîncimea prelucrării mecanice depinde de adîncimea uzurii și trebuie să fie mai mare decît valoarea maximă locală a acesteia, prin urmare grosimea totală a stratului depus prin metalizare δ

Scanned with OKEN Scanner

trebuie să compenseze adîncimea maximă de uzură i, adîncimea strunjirii h_1 și adîncimea prelucrării după metalizare h_2 (fig. 19).

$$\delta = i + h_1 + h_2$$

Toleranța pentru prelucrare $z = 2h_2$ se determină în funcție de diametrul piesei în limite de 1,5—3 mm (pentru strunjire

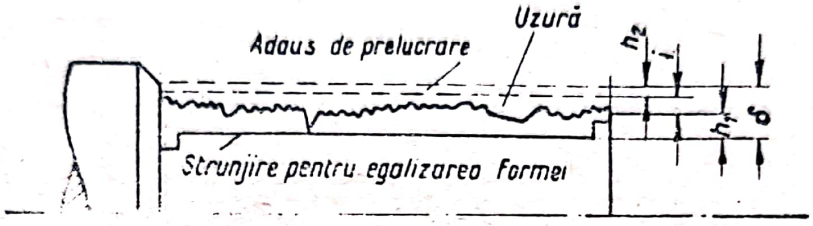


Fig. 19. Schemă pentru calculul grosimii stratului ce trebuie depus prin metalizare.

urmată de rectificare) și 0,7—1,5 mm (numai pentru rectificare).

După prelucrarea finală a fusului metalizat, stratul de metalizare va avea o grosime ($\delta - h_2$) care din punct de vedere al impermeabilității trebuie să fie $> 0{,}3$ mm.

De aici rezultă că, la o uzură mică i, adîncimea strunjirii inițiale h_1 se poate determina din următoarea inegalitate:

$$h_1 > (0{,}3 - i)$$

Asperizarea prin luare de șpan, utilizată pentru corpuri de rotire, se face pe un strung pentru tăiat filete cu un mers liniștit (scos, ca necorespunzător din punct de vedere al preciziei, din parcul de mașini al secției de reparații). Pentru formarea unui filet cu vîrful teșit, cuțitul de filetare se fixează cu o lungime de 125—200 mm în suport, la 3—7 mm, sub centrul secțiunii piesei.

Se recomandă un regim de tăiere a filetului conform tabelei 7.

Tabela 7

Regimurile de tăiere a filetului teșit

Diametrul piesei, mm	25	50—100	150	200	300
Numărul de turații ale spindlului, rot/min	100	60—30	20	15	10
Pasul filetului pentru oțel, mm	0,8	1	1,2	1,3	1,8
Pasul filetului pentru fontă, mm.....	1,2	1,3	1,5	1,6	2
Deplasarea cuțitului, mm	3	4—5	5—6	6—7	8—9

În locul tăierii unui filet, se poate utiliza tăierea unor caneluri inelare cu un pas de 2 mm pentru fontă și 1,5 pentru oțel.

Scanned with OKEN Scanner

La prelucrarea prin sablare, se pot utiliza două sisteme de acționare a nisipului: prin refulare și prin aspirație, caracterizate prin datele comparative din tabela 8.

Tabela 8

Indicii principali la pregătirea suprafețelor prin sablare

Indicele	Sistemele	
	cu refulare	cu aspirație
Presiunea aerului, at	3—4	4—6
Diametrul duzei, mm	5	6—7
Debitul de aer, m^3/min	0,7—1	1—1,5
Distanța duzei de la suprafața ce se sablează, mm	100—150	70—80
Unghiul de înclinare al jetului de nisip	15°	
Unghiul de înclinare al jetului de grăunțe de oțel	30—50°	
Productivitatea sablării cu nisip, cm^2/min	până la 300	

Utilizarea oricărui sistem de sablare implică executarea acestei operații într-o cameră separată, închisă ermetic, pentru localizarea degajării prafului.

Curățirea suprafeței are drept scop îndepărtarea ruginii, a impurităților mecanice (respectiv nisip în cazul prelucrării prin sablare) și a grăsimilor. În funcție de gradul de impurificare ea, se face fie prin spălare cu o soluție caldă de sodă, fie (în cazul unei impurificări mai intense) prin acoperire cu o pastă de var stins, urmată de spălare sau chiar ardere în foc. După curățire, piesa pregătită și uscată trebuie supusă imediat metalizării.

Operația principală a procesului tehnologic descris, adică metalizarea propriu-zisă, se efectuează pe o placă sau masă, manual în cazul unei piese cu suprafețe plane sau a unei piese fasonate, și pe un strung cu mers liniștit la metalizarea pieselor cilindrice: arbori, plungere, cilindri, bucșe etc. În acest din urmă caz, care este cel mai răspîndit, piesa se fixează între vîrfuri sau într-o bucșă și i se dă o mișcare de rotație înceată, iar pistolul de metalizare se fixează pe un suport, pe căruciorul de fixare a cuțitului, după cum se vede în fig. 20.

Alimentarea cu sîrmă se face de la niște bobine așezate pe un suport în apropierea strungului.

Se utilizează două metode de aplicare prin metalizare a unui strat de grosime dată δ: inelară și spirală.

Metoda inelară constă în împărțirea piesei cilindrice în zone inelare, cu lățimea de 10—20 mm, și aplicarea succesivă pe fiecare zonă a stratului cu grosimea totală δ.

Scanned with OKEN Scanner

În acest caz, sau nu se dă suportului cu pistolul de metalizare nici un fel de deplasare longitudinală pînă cînd nu se aplică stratul de grosimea necesară pe zona respectivă (lățimea porțiunii este egală cu lățimea jetului), sau i se dă o deplasare longitudinală pe o lungime pînă la 20 mm, în cazul unei valori mari alese pentru lățimea zonei de metalizat, și în mod sistematic suportul se în-

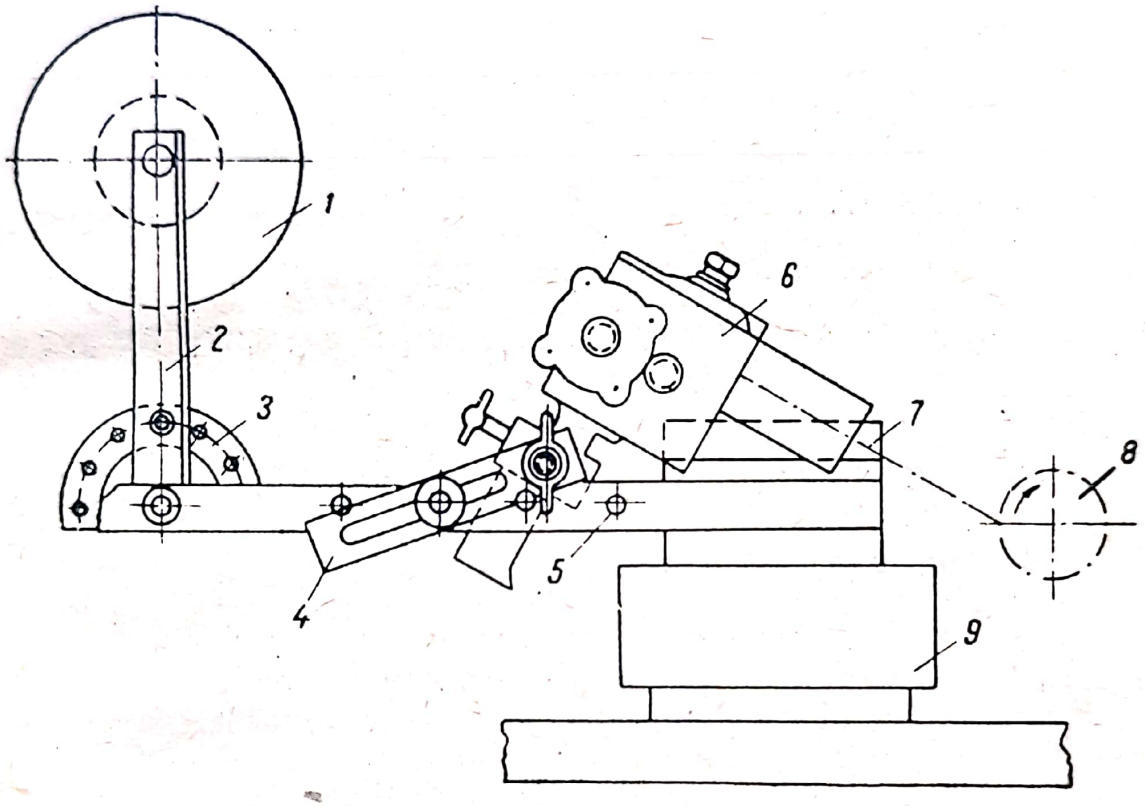


Fig. 20. Fixarea pistolului pe suportul strungului:
1 — bobină cu sîrmă; *2* — tijă de rotire; *3* — sector; *4* — placă; *5* — tijă; *6* — pistol; *7* — suportul cuțitului; *8* — piesa de metalizat; *9* — suport.

toarce în poziția inițială, pînă la aplicarea completă a inelului de grosimea necesară, după care se aplică prin aceeași metodă straturile în zonele (inelele) următoare.

Metoda în spirală se realizează deplasînd suportul pistolului de metalizare pe toată lungimea piesei de metalizat, cu întoarcerea și repetarea operației pînă la depunerea stratului cu grosimea δ. Această metodă necesită multe curse, deoarece grosimea uzuală a stratului depus la o cursă nu depășește 0,1 mm.

Metoda inelară se poate recomanda pentru aplicarea straturilor groase ($\delta = 5 \ldots 10$ mm), iar în toate celelalte cazuri este mai indicată utilizarea metodei în spirală, mai puțin dificilă.

Regimurile de metalizare a corpurilor de rotire recomandate pentru metoda în spirală sînt următoarele:

Scanned with OKEN Scanner

1. Distanța de la duză la suprafața piesei 75 — 100 mm.
2. Tensiunea în arc

Metalele	Oțel	Alamă	Zinc	Aluminiu	Plumb
Tensiunea, V.....	30—35	30	20	25	25

3. Regimul în funcție de diametrul piesei metalizate

Diametrul, mm	25	25—50	50—75	75—100	100—125	125—150	150
Turația, rot/min	160	80	70	60	30	25	20—15
Deplasarea longitudinală, mm/rot	2,5	2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2
Grosimea minimă a stratului final, mm.....	0,3	0,4	0,5	0,6	0,75	0,9	1,0

4. Pierderile de metal pulverizat, în funcție de diametrul piesei:

	în %
Pentru $D < 75$	50—60
„ $D = 75...150$	30
„ $D > 150$	15—20

Regimurile de mai sus reprezintă valori medii, care pot fi mărite (prin mărirea vitezei periferice și a deplasării longitudinale), mai ales în cazurile cînd prin utilizarea datelor din tabele se obțin grosimi prea mari pentru straturile aplicate la o singură trecere ($> 0{,}1$ mm).

Piesele plane și profilate se metalizează manual. În acest caz, numărul de treceri (adică straturi) trebuie să fie multiplu de doi, pentru ca direcțiile de deplasare a pistolului la trecerile succesive să fie reciproc perpendiculare.

Suprafețele mari se împart în porțiuni, care se metalizează pînă la grosimea dorită δ, înainte de a trece la porțiunea următoare. Se recomandă ca dimensiunile acestor porțiuni să fie limitate la o suprafață de 200—250 cm².

Prelucrarea mecanică a suprafeței pieselor metalizate se face, în funcție de clasa de precizie de prelucrare și de calitatea suprafeței, în una sau două operații, adică fie direct prin rectificare, fie prin strunjire (sau prin frezare, respectiv rabotare) urmată de rectificare.

Prelucrarea electrică prin metoda anodo-mecanică asigură un randament mai mare și garanția că stratul depus prin metalizare

Scanned with OKEN Scanner

nu este deteriorat, deoarece forța exercitată asupra piesei este de 15—20 ori mai mică decît la rectificarea eboș sau la strunjire[1]).

Pentru obținerea unui grad de precizie la prelucrarea suprafeței piesei corespunzător clasei 8—9, se recomandă prelucrarea anodo-mecanică în trei faze:

Faza întîia, polizare cu șmirghel (adaos de prelucrare 0,75—0,8 mm) cu un regim de 25 V și 150—200 A; *faza a doua*, polizare (adaos de prelucrare 0,15—0,2 mm) cu un regim de 15 V și 50—70 A; *faza a treia*, lustruire (adaos de prelucrare 0,05 mm) cu un regim de 6—10 V și 10—20 A.

Perspectivele largi și variate care se deschid metalizării justifică cheltuielile legate de utilarea atelierelor de reparație a uzinelor chimice cu aparatură de metalizare.

În acest scop, trebuie creată o încăpere separată cu o suprafață de 40—100 m² (în funcție de volumul lucrărilor), în care se amplasează următoarele utilaje:

a) strung pentru pregătirea suprafeței pieselor din clasa arborilor;

b) strung pentru metalizare;

c) cameră de sablare pentru pregătirea pieselor cu suprafață plană profilată;

d) transformator cu puterea pînă la 25 kVA cu tensiunea secundară de 20—30 V (de tip special pentru metalizare STE-43-2S);

e) masă de comandă și control;

f) pistol de metalizare electric (minimum 2—3 buc.);

g) compresor de aer cu un debit de 2—5 m³/min și presiunea 6 at, care deservește atît metalizarea cît și sablarea;

h) sistem de curățire a aerului pentru compresor (răcitor de ulei, separator, filtru);

i) vas tampon pentru aer cu o capacitate de circa 1 m³.

Camera de sablare și compresorul trebuie amplasate în cabine separate de locurile de muncă pentru metalizare. Trebuie prevăzut un sistem intens de ventilație prin aspirație la strungurile și bancurile de lucru unde se face metalizarea.

În afară de recondiționarea pieselor în secțiile speciale de metalizare ale atelierelor de reparații, se utilizează și metalizarea pieselor mari de mașini la locul lor de amplasare[2]).

În acest caz, se pot utiliza nu numai metode manuale de metalizare cu pistolul ușor, dar și metode analoge metalizării pe strung.

---

[1]) A. S. Kazanțev, Анодно-механичесоке шлифование металлов в ремонтном производстве, Машгиз, 1955, p. 78—83.

[2]) N. I. Mihailov, Бумажная промышленность, № 7, 28 (1947).

Scanned with OKEN Scanner

În acest scop, se utilizează un suport mobil cu acționare manuală sau mecanică, pe care se fixează succesiv: suportul cuțitului (pentru pregătirea suprafeței prin tăierea de filet sau caneluri inelare), aparat electric de metalizare și, în sfîrșit, un dispozitiv de rectificare cu electromotor individual, pentru prelucrarea mecanică a suprafeței recondiționate.

ÎNCĂRCAREA PRIN SUDARE

Sudarea succesivă de metal pe suprafața piesei pînă la formarea unui strat uniform de acoperire se numește încărcare prin sudură. În procesul de încărcare prin sudare se topește nu numai metalul de adaos, ci și stratul superficial al metalului de bază, realizîndu-se astfel o îmbinare strînsă prin contopirea celor două metale. Aceasta constituie deosebirea principală a metodei de încărcare prin sudare față de metoda de încărcare prin metalizare.

Avantajele metodei de încărcare prin sudare sînt următoarele:

1) lipsa unor limite impuse de rezistența limită de aderență, la calculul pentru condițiile de funcționare ale piesei;

2) participarea secțiunii integrale încărcate prin sudare la preluarea solicitărilor și, deci, restabilirea nu numai a formei și dimensiunilor, dar și a rezistenței nominale a piesei;

3) posibilitatea realizării acestei recondiționări fără utilaj special și cu forțele existente în atelierele de reparație, în secția de sudură;

4) posibilitatea obținerii unui strat extrem de rezistent la uzură.

Dezavantajele metodei de încărcare prin sudare sînt:

1) încărcarea piesei, ceea ce creează premize favorabile pentru deformare și necesită deci măsuri speciale pentru micșorarea acesteia;

2) apariția unor tensiuni interioare caracteristice procesului de sudare, cu urmările posibile care decurg din aceasta; fisurare, înrăutățirea structurii etc.

Încărcarea prin sudare se face după procedeele de sudare cele mai uzuale și anume: cu arc electric și cu amestec de oxigen și gaze.

În majoritatea cazurilor se recomandă procesul de încărcare prin sudare cu arc electric, care este mai ieftin și mai productiv.

Încărcarea prin sudare a pieselor de oțel cu oțeluri de construcție se poate face ținînd seamă de calitatea oțelului din care este făcută

Scanned with OKEN Scanner

piesa și de destinația stratului sudat, în cadrul procedeului cu arc electric, cu:

1) electrozi din oțel carbon cu înveliș obișnuit;
2) electrozi din oțel carbon cu înveliș de aliere;
3) electrozi din oțel aliat și înveliș de aliere;
4) electrozi din oțeluri cu proprietăți speciale și învelișuri speciale.

Posibilități similare există și la procedeul de sudare cu gaze prin combinarea materialului vergelelor de adaos cu compoziția chimică a fondanților.

În tabela 9 sînt indicate o serie de date pentru electrozi, învelișurile și regimurile de încărcare prin sudare, tipice pentru cele cinci tipuri de electrozi.

Utilizarea principală o găsește încărcarea prin sudare cu oțeluri de construcție pentru piese din categoria arborilor (recondiționarea fusurilor și a degajărilor).

Pentru micșorarea tensiunilor termice și evitarea fisurilor se utilizează următoarele metode:

1. Preîncălzirea (înainte de sudură și în timpul ei) a masei de metal a arborelui pe lungimea porțiunii ce se încarcă prin sudare, ceea ce preia parțial tensiunea care apare în această masă în perioada de sudare și micșorează în mod corespunzător tensiunea în perioada de răcire;

2. Operația inversă încălzirii, adică îndepărtarea energică a căldurii din zona acțiunii termice prin introducerea piesei în apă (cu excepția porțiunii pe care s-a făcut încărcarea cu sudură);

3. Micșorarea efectului termic al sudării prin:

a) utilizarea electrozilor cu coeficient mare de depunere de metal și efectuarea sudării cu intensitate de curent scăzută;

b) aplicarea pe arbori a unei sudări du-te-vino sau sudarea pe porțiuni mici, cu întrerupere.

4. Asigurarea unei dilatări libere maxime a arborelui în timpul încărcării prin sudare;

5. Tratament termic după încărcarea prin sudare și alte metode de îndepărtare a tensiunilor interne.

Realizarea integrală a tuturor acestor măsuri la încărcarea prin sudare a pieselor mari și importante, sau realizarea lor parțială în cazuri mai puțin importante, micșorează în măsură considerabilă efectele negative ale încărcării prin sudare a pieselor reparate.

Ca dispozitive pentru sprijinirea arborilor care urmează a fi încărcați prin sudare, se folosesc role care se rotesc liber. Piesele plane sau profilate se așază pe plăci sau capre.

Scanned with OKEN Scanner

Nr. variantei	Marca electrodului	Materialul sîrmei pt. sudare electrică	Învelişul şi principalele sale părţi componente	
1	OMM5(E42)	Oţel cu conţinut redus de carbon SV08 şi 08A	Gros	Ti şi Mn
1	ŢM7 (E42)	Idem	Idem	Hematită (Fe_2O_3) Mn, granit
2	ŢN 250	Idem	Idem	Mn şi Si
2	ŢN 350	Idem	Idem	Mn şi Si
2	ŢŞ2	Oţel 45	Idem	Marmură, fluorspat şi Ti
3	ŢŞ1	3HV8	Idem	Marmură, fluorspat
3	ŢŞ4	ŞH15	Idem	Idem şi Cr
4	ŢŞ3	ŞH15	Idem	Idem şi Cr
5	OMG	Oţel manganos	Idem	Mn şi Cr
5	ŢL2	OH18N9	Idem	Cretă, fluorspat
5	ŢL4	H18N9-T	Idem	Idem şi Mo
5	NII48	H25N15	Idem	Idem şi Mn, Si

Temperatura de preîncălzire a piesei se alege în funcţie de calitatea oţelului şi anume:

	°C
Oţel 30 şi 35	100 (preîncălzirea nu este obligatorie)
Oţel 40 şi 45	150
Oţel 50 şi 60	200—250
Oţel 65 şi oţeluri aliate Oţel pentru arbori	250—400

Temperatura de preîncălzire nu trebuie să depăşească 400°C, deoarece la temperaturi ridicate se pierd proprietăţile de protecţie ale zgurei şi gazelor formate din învelişurile groase ale electrozilor.

Dispozitive comode pentru preîncălzire sînt încălzitoarele electrice tubulare demontabile, arătate în fig. 21.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 9

încărcare prin sudare cu oțel

Curentul	Diametrul electrodului/ intensitatea curentului			Coeficientul de încărcare g/Ah	Utilizare pentru încărcare prin sudare, în raport cu metalul de bază
	minim	mediu	maxim		
alternativ/ continuu	3/120	5/250	6/325	7,3	Oțeluri slab aliate și oțeluri cu conținut scăzut de carbon
Idem	4/170	5/250–300	6/400	10–11	Idem
Idem	—	4/200 4/180		8,6	Idem; duritatea stratului depus $HB = 250$ și $HB = 350$
Idem	—	4/180		8,6	
Idem		4/180	5/230	9,3	Oțeluri cu conținut mediu de carbon și oțeluri cu conținut scăzut de carbon și slab aliate
Idem		4/180	5/230	8,1	
Idem		4/180	5/230	7,16	
Idem		4/180	5/230	8,7	
Idem		4/130	5/180	—	Oțel Hutfield
Continuu	2/40	4/130	6/220	12	Oțeluri antiacide și cu conținut scăzut de carbon
Idem	„	4/130	6/220	12	Idem
Idem	3/110	4/160	5/210	12	Oțeluri refractare

Un singur tip de astfel de încălzitor poate să fie folosit la o serie de fusuri de arbori, de diametre diferite.

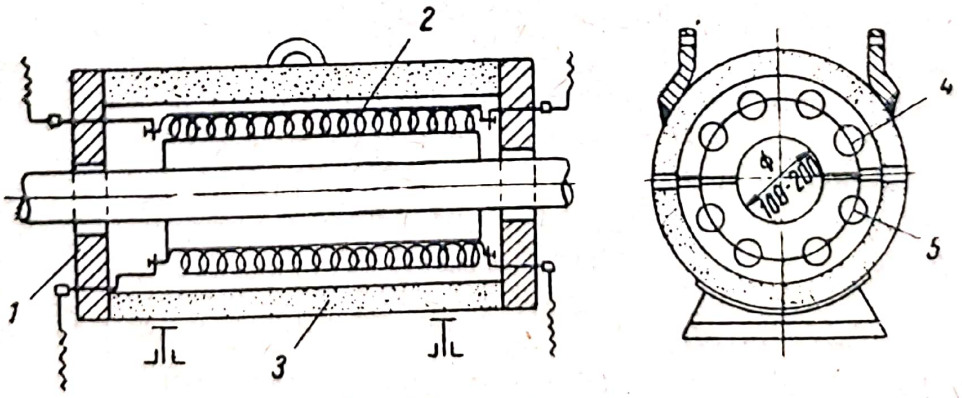


Fig. 21. Încălzitor electric tubular:

1 — capac din azbociment; *2* — țevi din material ceramic prevăzute cu rezistențe din sîrmă nicrom; *3* — manta dublă cu umplutură de șamotă; *4* — jumătatea superioară; *5* — jumătatea inferioară.

Scanned with OKEN Scanner

Preîncălzirea înainte de sudare se face îmbinînd în jurul arborelui cele două jumătăţi ale încălzitorului. După încălzire la temperatura dată, jumătatea superioară se dă la o parte şi se face încărcarea prin sudare, în timp ce jumătatea inferioară, care reprezintă un element independent, continuă să încălzească porţiunea de arbore încărcată cu sudură.

Încărcarea prin sudare se face cu cordoane longitudinale, aplicate succesiv pe părţile diametral opuse ale fusului (fig. 22).

În cazul cînd trebuie încărcate prin sudare porţiuni foarte lungi de fusuri, acestea se împart în porţiuni cu lungimea de 300 mm şi se încarcă fiecare porţiune separat. În timpul procesului de încărcare prin sudare deformaţia se controlează prin indicatori. Încovoierea arborelui în orice parte poate fi compensată imediat prin aplicarea unui cordon suplimentar pe partea diametral opusă.

Încărcarea pînă la formarea primelor cordoane de sudură se face în poziţie orizontală liberă şi se continuă în poziţie orizontală în colţ.

Încărcarea prin sudare în formă de spirală este caracteristică pentru lucrări foarte eficace şi cu un volum mare de lucru, utilizîndu-se procedeul de încărcare prin sudare automată, sub strat de fondant.

Calitatea încărcării prin sudare creşte în cazul aplicării ei în mai multe straturi, deoarece fiecare strat nou recoace şi normalizează pe cel anterior.

Lucrările de încărcare prin sudare pe suprafaţele plane sau profilate ale pieselor se execută de preferinţă fără preîncălzire, ba chiar cu răcire. De asemenea, se execută încărcarea prin sudare, cu răcire, a pieselor goale în interior, mai ales a arborilor.

Încărcarea prin sudare se face pe porţiuni de 100×100 mm^2 ori 150×150 mm^2 pe cîmpuri împrăştiate (fig. 23) şi de preferinţă în mai multe straturi.

Fiecare cordon se suprapune cu cel vecin pe o lăţime de 0,3—0,5 din lăţimea sa, iar cordoanele fiecărui strat următor acoperă pe cele ale stratului precedent.

Piesele importante sînt supuse unui tratament termic după încărcarea prin sudare. Tratamentul termic poate fi limitat la o revenire la temperatură ridicată (pentru oţelurile 40 şi 45 încălzire pînă la 600—650°C), într-un cuptor în care se menţine cîte o oră pentru fiecare 25 mm diametrul arborelui sau grosime a piesei, şi răcire înceată în acelaşi cuptor, cu o viteză de 2—3°C/min.

Mai rar se utilizează un tratament termic mai complet, respectiv normalizarea pentru micşorarea grăunţilor şi descompunerea

Scanned with OKEN Scanner

martensitei din zona efectului termic. Această operație necesită în cazul oțelurilor slab aliate o reducere a temepraturii pînă la 850—900°C, cu menținerea în cuptor și răcire în aer.

Prelucrarea suprafețelor obținute prin încărcarea cu sudură prezintă o serie de dificultăți, atît datorită durității ridicate

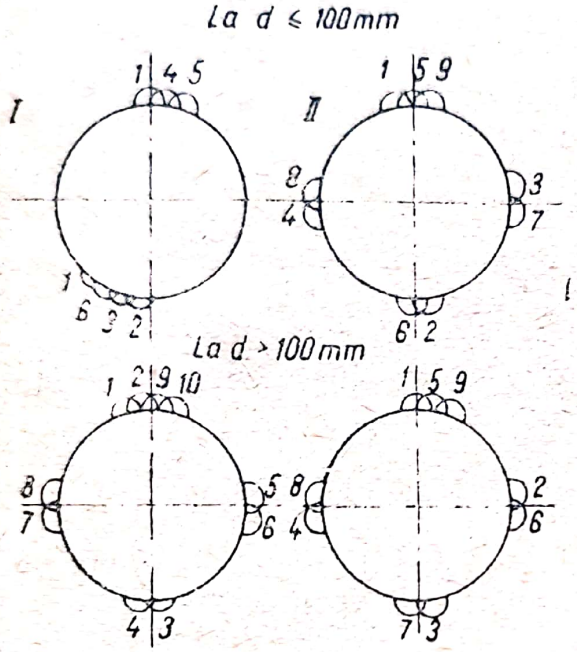


Fig. 22. Variantele succesiunii aplicării cordoanelor de sudură.

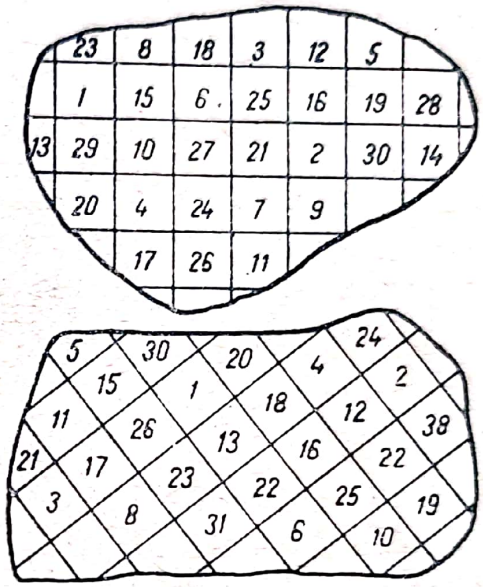


Fig. 23. Variantele aplicării cordoanelor la încărcarea prin sudare pe porțiuni.

a stratului sudat (mai ales în cazul încărcării cu sudură prin metoda cu arc electric), cît și datorită neuniformității adaosului de prelucrare rămas după încărcare.

Piesele recoapte sau normalizate (după încărcarea cu sudură) se pot prelucra destul de bine prin toate metodele obișnuite de prelucrare mecanică. Suprafețele încărcate cu sudură și netratate termic se pot prelucra prin polizare de degroșare, în care caz se observă un recul considerabil și vibrații, datorite șocurilor dinamice ale șaibei abrazive, care se lovește de denivelările suprafeței încărcate prin sudare, ceea ce micșorează exactitatea de prelucrare și scurtează viața șaibelor.

Metode mai raționale de prelucrare a suprafețelor obținute prin încărcare cu sudură, care nu au fost tratate termic, sînt metoda cu scîntei electrice și metoda anodo-mecanică. În ultimul caz, prelucrarea se face în același regim ca și în cazul pieselor încărcate prin metalizare (vezi p. 78).

martensitei din zona efectului termic. Această operație necesită în cazul oțelurilor slab aliate o reducere a temepraturii pînă la 850—900°C, cu menținerea în cuptor și răcire în aer.

Prelucrarea suprafețelor obținute prin încărcarea cu sudură prezintă o serie de dificultăți, atît datorită durității ridicate

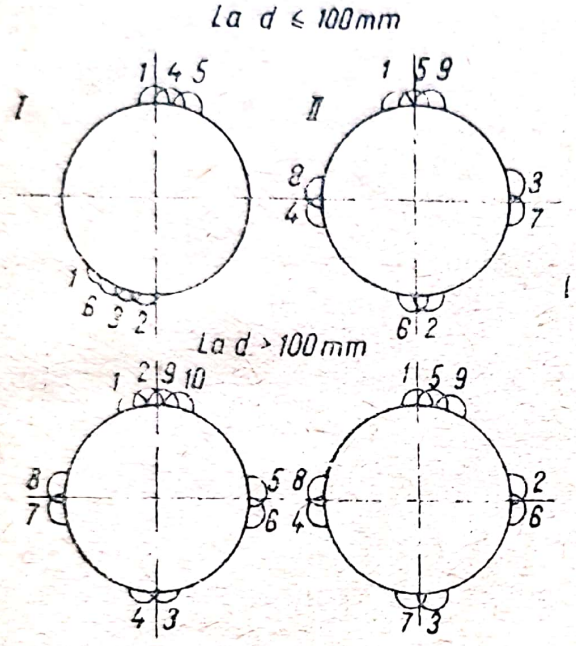


Fig. 22. Variantele succesiunii aplicării cordoanelor de sudură.

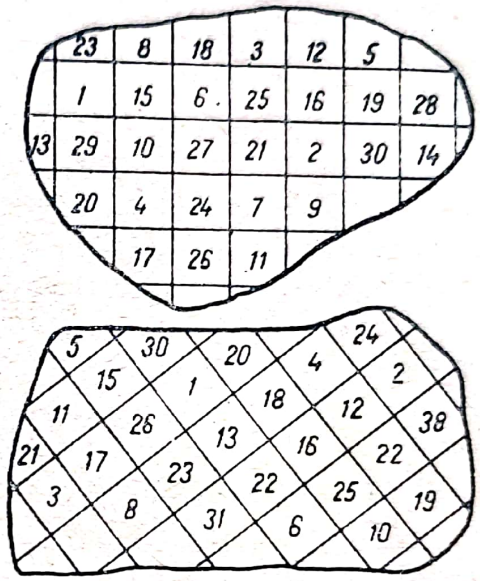


Fig. 23. Variantele aplicării cordoanelor la încărcarea prin sudare pe porțiuni.

a stratului sudat (mai ales în cazul încărcării cu sudură prin metoda cu arc electric), cît și datorită neuniformității adaosului de prelucrare rămas după încărcare.

Piesele recoapte sau normalizate (după încărcarea cu sudură) se pot prelucra destul de bine prin toate metodele obișnuite de prelucrare mecanică. Suprafețele încărcate cu sudură și netratate termic se pot prelucra prin polizare de degroșare, în care caz se observă un recul considerabil și vibrații, datorite șocurilor dinamice ale șaibei abrazive, care se lovește de denivelările suprafeței încărcate prin sudare, ceea ce micșorează exactitatea de prelucrare și scurtează viața șaibelor.

Metode mai raționale de prelucrare a suprafețelor obținute prin încărcare cu sudură, care nu au fost tratate termic, sînt metoda cu scîntei electrice și metoda anodo-mecanică. În ultimul caz, prelucrarea se face în același regim ca și în cazul pieselor încărcate prin metalizare (vezi p. 78).

Scanned with OKEN Scanner

Durata de lucru la polizarea anodo-mecanică (în min) se determină din următoarea ecuaţie:

$$t_{\text{lucru}} = \frac{G}{gW^{1,6}}$$

în care:

G este greutatea metalului îndepărtat la fiecare cursă, g;

W — puterea curentului consumat, W ($W = IU$);

g — coeficient experimental ($5 \cdot 10^{-6} - 5 \cdot 10^{-5}$ g/W · min).

Încărcarea prin sudare cu aliaje dure. Se utilizează o serie de variante de încărcare prin sudare cu aliaje dure, ca: electrozi turnaţi duri, electrozi din pulbere sau electrozi de oţel cu învelişuri speciale.

Aliajele dure se utilizează pe scară largă în diverse ramuri ale industriei, atît pentru mărirea rezistenţei sculelor de aşchiere, cît şi pentru recondiţionarea pieselor uzate. Dintre ele fac parte:

1. *Aliaje turnate*:

a) stelite, adică carburi de wolfram şi crom repartizate în cobalt (B2K, B3K etc.);

b) sormaite, similare stelitelor, adică sisteme de carburi de crom distribuite într-un strat de fier.

2. *Metaloceramice.*

3. *Aliaje în formă de pulberi*:

a) stalinit, care formează în stratul aplicat prin încărcare prin sudare o soluţie solidă de carburi de Mn şi Cr în fier;

b) vocar, care constă, în special, din carbură de wolfram.

În continuare se va trata numai unul din domeniile de utilizare a aliajelor dure, respectiv recondiţionarea pieselor, deci se va insista asupra tehnologiei utilizării în acest scop a două aliaje relativ ieftine şi suficient de rezistente la uzură: sormaitul şi stalinitul.

Aceste două materiale au o utilizare similară, dar nu identică. Duritatea mare a straturilor încărcate cu stalinit le face de neînlocuit la recondiţionarea pieselor care lucrează cu frecare intensă, datorită materialelor dure prelucrate în maşina cu care vin în contact, în timp ce sormaitele se întrebuinţează pentru recondiţionarea pieselor subansamblurilor de frecare, a transmisiilor cu roţi dinţate, a matriţelor de presare etc.

Scanned with OKEN Scanner

Aliajele turnate din categoria sormaitului se fabrică sub formă de electrozi sau vergele de adaos, iar tehnica utilizării lor la încărcarea prin sudare este în principiu identică cu metodele descrise anterior pentru încărcarea prin sudare cu oţeluri de construcţie. Compoziţia sormaitelor se caracterizează prin următoarele date:

		în %			în %
Sormait nr. 1	C	2,5— 3,3	Sormait nr. 2	C	1,5— 2,5
	Cr	25—31		Cr	13,5—17,5
	Ni	1,3— 5		Ni	1,5— 2,5
	Si	2,8— 4,2		Si	1,5— 2,2
	Fe	diferenţa		Fe	diferenţa

Pentru încărcarea prin sudare electrică cu arc, ele se fabrică sub formă de electrozi turnaţi, îmbrăcaţi într-un înveliş gros ŢS1 sau ŢS2, învelişul avînd în compoziţia sa, în afară de componentele obişnuite de protecţie împotriva zgurei şi gazelor, ferocrom şi grafit, care compensează arderea cromului şi carbonului în timpul procesului de sudare.

Pentru încărcare prin sudare cu gaze, vergelele de adaos au aceeaşi compoziţie.

Ambele procedee de sudare (cu gaze sau cu arc electric) sînt utilizate pe scară largă, încărcarea prin sudare cu gaze asigurînd un strat mai dens, datorită concentrării mai reduse a încălzirilor locale cu flacără de gaz (care de obicei este reducătoare conţinînd un exces de acetilenă), iar în compoziţia stratului depus intră un procent mai mic de metal de bază, adică stratul depus rămîne aliat mai mult.

Procedeul cu arc electric este de obicei mai ieftin şi mai productiv şi, de aceea, se recomandă pentru lucrări mari de încărcare prin sudare.

Sormaitul se aplică prin sudare pe piese din oţel sau fontă, ale căror suprafeţe se pregătesc prin curăţire şi dacă este necesar prin strunjire (în cazurile cînd fără strunjire grosimea stratului obţinut prin încărcare cu sudură ar fi mai mică de 1,5—2 mm).

Conform consideraţiilor generale expuse anterior, în legătură cu procedeele de sudare, încălzirea preliminară se întrebuinţează la încărcarea prin sudare a pieselor mari (pînă la temperaturi de 650—750°C), în timp ce răcirea (într-o baie de apă, cu o bandă care preia căldura etc.) se foloseşte la încărcarea prin sudare a pieselor cu pereţi subţiri sau goale în interior.

Scanned with OKEN Scanner

Regimul încărcării prin sudare cu arc este următorul:

Diametrul electrodului, mm	5	6	7	
Intensitatea curentului (alternativ), A	200—250	225—250	250—300	
Intensitatea curentului (continuu), A	180—200	200—225	225—250	(polaritate inversă)

Grosimea recomandată pentru stratul de încărcare prin sudare $\delta = 2—4$ mm, iar pentru straturi care lucrează fără șocuri, pînă 5—7 mm.

Încărcarea prin sudare se face de la secțiunile mai masive înspre cele mai subțiri; cordoanele de sudură se depun în ordinea unei table de șah, pe cîmpuri diferite cu suprafețe de 30—50 cm².

Suprafețele încărcate prin sudare cu ȚS1 (sormait nr. 1) prezintă o duritate de 48—50 R_c, iar cele cu ȚS2 (sormait nr. 2) o duritate de 40—45 R_c.

Piesele încărcate cu sudare pot fi tratate termic. Pentru straturi sudate cu ȚS1 tratamentul termic sub formă de călire în ulei se utilizează numai în cazurile cînd, conform condițiilor tehnice impuse piesei, metalul de bază (oțel carbon cu un conținut de $C > 0{,}6\%$, sau oțeluri aliate) dictează necesitatea unui astfel de tratament.

Piesele încărcate prin sudare cu sormait nr. 2 se tratează termic: a) prin normalizare, care micșorează duritatea la 30—35 R_c, sau b) prin călire la temperatura de 950°C în ulei, care mărește duritatea la 60—65 R_c.

Suprafețele încărcate cu sudură se pot prelucra mecanic sau electric.

Sormaitul nr. 1, care nu a fost recopt, și sormaitul nr. 2 călit se supun rectificării de eboș, utilizîndu-se discuri din carborund cu greutate mare, avînd o viteză de tăiere $v = 20—25$ m/s și rectificării finale cu discuri cu grăuntele mic.

Sormaitul nr. 1, recopt, și sormaitul nr. 2 care nu a fost recopt (cu adaosuri de prelucrare $\geqslant 1{,}5$ mm pe fiecare parte) se prelucrează cu cuțitul după următoarele regimuri de lucru:

a) strunjire de degroșare: $v = 5—10$ m/min, avans 0,2—0,3 mm/rot, adîncimea de tăiere 1,0—1,5 mm;

b) strunjire de finisare: $v = 30—40$ m/min, avans 0,1—0,2 mm/rot, adîncimea de tăiere 0,1—0,3 mm.

Pentru strunjire se utilizează cuțite prevăzute cu plăcuțe din aliaje dure (VK-6 ș.a.).

Scanned with OKEN Scanner

Sormaitul nr. 2 recopt se prelucrează ușor cu aceleași cuțite de strung, cu viteze de tăiere de 1,5—2 ori mai mari.

În cele ce urmează se indică normativele pentru metoda de recondiționare a pieselor prin încărcare prin sudare, folosind sormait:

1. Consumul de sormait pentru o încărcare cu un singur strat de grosime 1—1,5 mm	1 g/cm²
2. Idem, pentru încărcarea cu două straturi cu grosimea 2,5—3 mm	1,8 g/cm²
3. Suprafața medie sudată pe oră de sudor în cazul încărcării cu un singur strat prin sudare cu gaz	50— 80 cm²/h
4. Idem pentru acoperire cu două straturi.....	25— 40 cm²/h
5. Suprafața medie sudată pe oră de sudor, în cazul încărcării cu un singur strat, prin sudare cu arc electric.....	80—100 cm²/h
6. Idem, pentru încărcarea cu două straturi....	50— 80 cm²/h

Încărcarea prin sudare cu sormait îmbină o rezistență mare la uzură cu o mare tenacitate și se recomandă pentru recondiționarea pieselor ca: fusurile arborilor, bandajele și rolele cuptoarelor rotative, uscătoarelor și morilor, dinților la roți dințate etc.

Aliajele dure sub formă de pulberi sînt reprezentate în practica din U.R.S.S. de stalinit (16—20% Cr; 13—17% Mn; 8—10% C; pînă la 3% Si, restul Fe) și vocar care este mai scump (și care conține pînă la 87% W, 10% C, pînă la 0,5% Si, restul Fe).

Încărcările mai larg răspîndite și mai ieftine cu stalinit au o duritate de circa 60 R_c, de obicei suficientă pentru condițiile cele mai grele de funcționare.

Stalinitul se utilizează sub formă de material granulat, în compoziția căruia intră, în afară de stalinit în formă de pulbere, și cîteva adaosuri organice conținînd carbon, de exemplu smoală măcinată.

Pregătirea prealabilă a suprafeței se reduce la o curățire îngrijită a acesteia. Preîncălzirea pieselor se face rar[1]), în schimb procesul de încărcare prin sudare se conduce astfel, încît piesa să nu se încălzească datorită efectului termic al sudării mai mult de 50°C. Această limitare împiedică arderea prea timpurie a carbonului din materialul de adaos și se realizează prin succesiunea corespunzătorare a sudării și prin îndepărtarea căldurii cu bare de cupru sau alte dispozitive.

Topirea masei de stalinit se realizează prin procedeul cu arc electric între electrozi de cărbune cu curent continuu, cu flacără

[1]) Piesele masive din fontă este preferabil să se încălzească la 600—650°C.

Scanned with OKEN Scanner

de gaze, precum şi prin metoda *Slavianov*, adică cu electrozi de oţel cu înveliş, utilizînd curent alternativ sau continuu; în ultimul caz se obţine un strat combinat de fier-stalinit, cu duritate mai mică. Un astfel de strat combinat se poate obţine şi în cazul utilizării electrozilor de oţel tubulari umpluţi cu încărcătură de stalinit sau cu electrozi de oţel normali, înveliţi cu pulbere de stalinit.

Prin urmare, trebuie făcută o deosebire între încărcarea prin sudare cu stalinit pur şi încărcarea prin sudare cu un strat de fier-stalinit.

Stratul pur de stalinit are o duritate mai mare (60 R_c) însă este mai friabil; se întrebuinţează ca strat complet de încărcare pentru încărcarea prin sudură a suprafeţelor care lucrează în condiţii de uzură puternică dar fără şocuri (de exemplu paletele şnecurilor, dinţii roţilor dinţate), sau formează unul din straturile de încărcare (la sudarea în mai multe straturi).

Stratul combinat „fier-stalinit“ este mai puţin rezistent la uzură şi mai puţin fragil; se utilizează ca strat de încărcare complet în cazul funcţionării cu şocuri sau ca substrat pentru încărcarea cu stalinit pur.

Topirea masei prin metoda cu gaze se face cu flacără reducătoare sau în arcul electrodului de cărbune cu diametrul 12—18 mm cu curent continuu de 120—180 A. Stratul de material de adaos se depune în aceste cazuri cu o grosime de 4—5 mm, obţinîndu-se după topire un strat de încărcare din stalinit cu grosimea de 1,5—3 mm.

Topirea materialului de adaos în arcul unui electrod metalic cu diametrul de 4—5 mm se face cu curent alternativ sau continuu, cu o intensitate de 150—180 A. Stratul de material de adaos se alege în acest caz în concordanţă cu raportul dorit între fier şi stalinit în stratul final:

1) pentru funcţionarea fără şocuri se recomandă un raport de strat de două părţi greutate fier la o parte greutate stalinit, căruia îi corespunde o grosime a stratului iniţial de material de adaos de 5—6 mm;

2) pentru funcţionarea cu şocuri nu prea mari se recomandă un raport de trei părţi greutate fier şi o parte greutate stalinit; grosimea stratului de material de adaos este de 4 mm;

3) pentru funcţionarea cu şocuri, raportul este de patru părţi greutate fier la o parte greutate stalinit, căruia îi corespunde o grosime a stratului de material de adaos de 2 mm.

În toate aceste cazuri se formează după topire un strat combinat de sudură cu grosimea de 4—5 mm.

Scanned with OKEN Scanner

Straturile de încărcare prin sudare formate din stalinit sau combinate constau de obicei din două pînă la trei straturi suprapuse. Grosimea totală a stratului sudat poate varia în următoarele limite:

1) sudură din stalinit pur pentru funcţionare fără şocuri (două — trei straturi) $\delta = 4—5$ mm;

2) sudură din stalinit pur pentru funcţionare cu şocuri (două straturi) $\delta = 2—3$ mm;

3) sudură combinată „oţel-stalinit" pe piese de oţel (două — trei straturi) $\delta = 8—10$ mm;

4) idem, pentru piese din fontă (pînă la cinci straturi) δ pînă la 20 mm.

Încărcările prin sudare cu stalinit nu se prelucrează de obicei, însă în cazurile cînd este necesar se poate face prelucrarea prin polizare de degroşare cu carborund extra, sau prin metode electrice.

Indicii de bază de normare la încărcarea prin sudare cu stalinit sînt următorii:

1. Coeficienţii de consum la 1 cm² sudare într-un singur strat ($\delta = 1{,}5$ mm) cu stalinit pur.

Cantitatea de stalinit	1 g
Electrozi de cărbune cu diametrul 12—15 mm şi lungimea 300 mm	0,002 buc
Energie electrică (curent continuu)	0,01 kWh
Energie electrică (curent alternativ)	0,005 kWh
Timp de lucru	0,12—0,15 min

2. Normele de productivitate la încărcarea prin sudare cu arc, cu un singur strat de stalinit.

Suprafeţe plane

Încărcare simplă pentru	$F = 20 — 100$ cm² ..	0,15	min/cm²
	$F > 100$ „ ..	0,13	„
Încărcare după şablon	$F = 25 — 100$ „ ..	0,19	„
	$F > 100$ „ ..	0,2	„

Suprafeţe cilindrice

Încărcare prin sudare cu precizie mică			
	$F < 100$ mm²	0,2	min/cm²
	$F = 100—200$ mm²	0,17	„
	$F > 200$ mm²	0,14	„
Încărcare prin sudare cu precizie mărită			
	$F < 100$ mm²	0,25	min/cm²
	$F \geqslant 100$ „	0,22	„
Încărcare prin sudare a roţilor dinţate cu modulul	$m <$ decît 15 mm	0,25	min/cm²
	$m \geqslant$ decît 15 mm	0,20	„

Scanned with OKEN Scanner

Eficacitatea mare a încărcărilor cu stalinit este caracterizată prin datele privind intervalul de funcționare al pieselor, indicate în tabela 10.

Tabela 10 [1])

Denumirea piesei și mașinii	Materialul de bază al piesei, înainte de încărcare prin sudare	Stratul aplicat prin încărcare cu sudură	Durata de funcționare a piesei, schimburi	
			neîncărcate cu sudură	încărcate cu sudură
Roți dințate cilindrice ale dispozitivelor de acționare la tamburul de uscare	—	stalinit	60	480
Roți dințate conice ale dispozitivelor de acționare la tamburul de uscare $Z = 18$	Oțel carbon	„	40	400
Idem $Z = 36$		„	50	450
Paletele uscătorului elicoidal	Fontă	„	70	300
Roțile de lanț la transportoarele cu lanț	Oțel carbon	„	180	600
Arborii pompelor pneumatice în fabricile de ciment	Idem	„	35	250
Capacele șnecurilor pompelor de mai sus..	Idem	„	30	210
Tăvălugii și bandajele colergangurilor	Idem	„	180	500

[1]) I. I. Kriukov Сб. „Повышение долговечности машин и передовые методы их ремонта". Машгиз, 95—105 (1949).

În afară de utilizarea sormaitului și stalinitului, în prezent au fost elaborate și introduse cu succes metode pentru un număr mare de mărci de electrozi și vergele de adaos din sîrmă de sudură cu conținut redus de carbon și învelișuri înalt aliate, care asigură suprafeței obținute prin încărcarea cu sudură o rezistență considerabilă la uzură. Dintre aceste mărci fac parte:

1) electrozii T 590 și T 620 și alții cu învelișuri cu conținut ridicat de crom, conținînd de asemenea circa 5% carbură de bor;

2) electrozi cu învelișuri cu conținut ridicat de mangan;

3) vergele de adaos în formă de albie (jgheab) umplute cu feromangan și topite împreună cu electrozi obișnuiți cu conținut mic de carbon, marca OMM 5, ȚM 7 ș.a.

4) material de adaos din grăunți fini de ferocrom, topit împreună cu electrozi din oțel, cu un raport în greutate de 1: 1.

Încărcarea prin sudare cu metale neferoase este în anumite cazuri o metodă foarte economică de recondiționare a multor piese din aliaje neferoase.

Astfel, de exemplu, cuzineții de dimensiuni mari din bronz ai lagărelor valțurilor, utilizați în industria cauciucului, în

fabricile de mase plastice și la alte fabricații, pot fi recondiționați prin încărcare prin sudare cu bronz, pentru corectarea ovalizării care se produce; această experiență există mai ales la fabricile de cauciuc din Leningrad. Degradările cuzineților mari ai lagărilor fusurilor la morile cu bile sau tubulare se repară de asemenea adesea prin încărcare prin sudare cu babbit.

Încărcarea prin sudare cu bronz se poate face atît cu arc electric cît și cu flacără de gaz și oxigen, în schimb încărcarea prin sudare cu babbit se face numai prin metoda cu gaze și oxigen, iar încărcarea cu plumb prin sudare cu flacără oxihidrică.

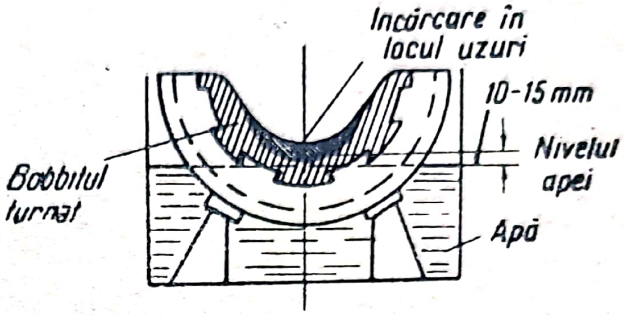


Fig. 24. Încărcarea prin sudare cu babbit a unui cuzinet, într-o baie de apă.

Încărcarea prin sudare cu babbit se practică la recondiționarea cuzineților mari turnați cu babbit, în cazul degradărilor locale ale stratului de babbit. Porțiunea uzată a cuzineților de babbit se curăță pînă la luciu prin pilire și se degresează cu soluție caldă de sodă. Apoi, cuzinetul se introduce într-o baie de apă, nivelul apei fiind cu circa 10 mm sub nivelul suprafeței care urmează să fie încărcată prin sudare, după cum se arată în fig. 24.

Încărcarea se face prin topirea vergelei de adaos cu diametrul de 5—7 mm turnată din babbit de aceeași calitate ca și piesa turnată inițial. Vergeaua se topește cu un arzător de acetilenă de dimensiuni mici (nr. 1—2) sau cu arzător de hidrogen cu o presiune de oxigen de maximum 2 at. Cordoanele de sudură au o lățime de 5—6 mm și o înălțime de 2—3 mm; de obicei această încărcare prin sudare se face într-un singur strat.

Se folosește ca fondant clorură de zinc în soluție sau pastă. Suprafața încărcată cu sudură se prelucrează la raza nominală cu un adaos de prelucrare de 0,1—0,15 mm pentru șăbăruire.[1])

Bronzurile de staniu-plumb (OS 5-25) și staniu-zinc-plumb (OS Ț 5-3-20 ș.a.) se topesc în arc electric cu curent continuu și polaritate inversă.

Suprafața ce urmează a fi încărcată prin sudare se pregătește în prealabil prin corodare (de exemplu cu o soluție de 20% acid

---

[1]) Ministerul Centralelor Electrice. Руководящие указания по ремонту подшипников. Госэнергоиздат, 1947; Бюллетень Техн. экон. инф. № 12, 9 (1951)).

azotic), utilizînd ca fondant în timpul încărcării prin sudare bor calcinat, presărat înainte de aplicarea fiecărui strat de metal pe toată suprafața care urmează a fi sudată, într-un strat cu grosimea de 0,5 mm.

Grosimea stratului de încărcare prin sudare nu trebuie să depășească 3 mm la o operație, iar numărul de straturi recomandat este de două pînă la patru, ceea ce asigură posibilitatea obținerii unei grosimi totale de aproximativ 10 mm. Se recomandă ca piesele mari să fie încărcate în ordinea cîmpurilor tablei de șah.

Ciocănirea fiecărui strat, iar pentru bucșele mari chiar și revenirea în cuptor timp de două ore, la temperatura de 600—650°C, asigură o distribuție uniformă și îndepărtarea parțială a tensiunilor provocate de sudare.

Calculul tehnologic la procesele de încărcare prin sudare constă din:

a) alegerea metodei de încărcare prin sudare (cu arc sau cu gaz și oxigen);

b) alegerea calității materialului de adaos sau a electrozilor, în funcție de duritatea și rezistența la uzură, cerute stratului care se formează;

c) stabilirea grosimii totale a stratului de încărcare;

d) alegerea electrozilor și regimului arcului sau caracterului flăcării de gaze și oxigen;

e) calculul timpului de bază și al timpului pe bucată pentru operațiile de curățire, încărcare prin sudare, tratament termic și prelucrare mecanică;

f) stabilirea consumului de materiale de adaos și energie.

Majoritatea etapelor elaborării tehnologiei se bazează pe date menționate anterior, ținînd seama de aparatele de sudură disponibile și nu necesită lămuriri, de aceea se vor indica numai metodele pentru determinarea: timpului de bază pentru operația de încărcare prin sudare t_b, consumul de electrozi G_e și consumul de energie electrică W

$$t_b = \frac{G}{g_a I}$$

în care: G este greutatea totală a stratului de încărcare, sudat, egal cu $F\delta\gamma$, g; în această formulă F este suprafața de încărcare, cm²; δ — grosimea totală a stratului de încărcare sudat inclusiv adaosul de prelucrare, cm; γ — greutatea specifică a metalului folosit pentru încărcare, gf/cm³;

Scanned with OKEN Scanner

g_a este coeficientul de încărcare cu sudură (depunere) (în g/Ah) pentru tipul respectiv de electrod și înveliș și se găsește în tabelele din manuale [1]) (v. tabela de la pagina 82);

I — intensitatea curentului, aleasă în funcție de diametrul electrodului A.

Astfel, de exemplu, pentru încărcarea prin sudare a fusului unui arbore avînd $d = 100$ mm, $l = 150$ mm, la o adîncime a uzurii $i = 2$ mm, cu electrozi rezistenți la uzură ȚȘ2, timpul t_b se determină în felul următor: se consideră adîncimea strunjirii (sau pilirii) înainte de încărcare prin sudare (pentru curățirea suprafeței) $h_1 = 1$ mm pe fiecare parte, iar adaosul de prelucrare $h_2 = 2$ mm pe fiecare parte, atunci: $\delta = i + h_1 + h_2 = \frac{2+1+2}{10} =$ $= 0{,}5$ cm² pe fiecare parte, $F = \pi d\, l = 3{,}14 \times 10 \times 15 = 470$ cm², $\gamma = 7{,}85$ (deoarece electrozii ȚȘ2 se fac din sîrmă de oțel 45), prin urmare $G = 470 \times 0{,}5 \times 7{,}85 = 1\,820$ g, $g_a = 9{,}3$ g/Ah (din tabela 9), $I = 180$ A la un diametru al electrodului de 4 mm, ales datorită grosimii mici a unui strat (se alege o încărcare cu două straturi și deci δ_1 la o trecere este în total numai $\frac{10 \times 0{,}5}{2} =$ $= 2{,}5$ mm), de unde

$$t_b = \frac{1\,820}{9{,}3 \times 180} = 1{,}1 \text{ ore.}$$ (cu condiția menținerii unui arc continuu)

Pentru calcule aproximative, se poate considera în condițiile reparației prin sudare manuală durata totală pe bucată

$$t_{buc} = (2{,}0 - 2{,}5)\, t_b, \text{ adică } t_{buc} = 2{,}2 - 2{,}65 \text{ ore.}$$

Consumul de electrozi se determină ținînd seama și de greutatea pastei și a părții nefolosite din electrod care rămîne în suportul electrodului. În medie greutatea electrozilor depășește greutatea stratului de încărcare prin sudare de 1,5 pînă la 1,7 ori.

Prin urmare, în cazul nostru, consumul de electrozi ȚȘ2 G_e va fi:

$$G_e = 1{,}6\, G = \frac{1{,}6 \times 1\,820}{1000} = 2{,}9 \text{ kg}$$

---

[1]) Справочник сварщика, 1940; Энциклопедический справочник Машиностроения, vol. V.

Scanned with OKEN Scanner

Consumul de energie electrică în cazul sudării cu curent continuu, va fi:

$$W = \frac{IUt_b}{\eta \cdot 1\,000} = \frac{180 \times 30 \times 1{,}1}{0{,}35 \times 1\,000} = 18 \text{ kWh}$$

în care: U este tensiunea de lucru a curentului continuu, la sudarea cu electrod metalic, 30 — 40 V;

η — randamentul agregatului de sudură cu curent continuu, egal cu 0,3 — 0,4; prin urmare, consumul specific de energie la 1 kg material încărcat prin sudare va fi:

$$W_{spec} = \frac{W}{G} = \frac{18}{1{,}82} = 10 \text{ kWh/kg}.$$

RECONDIȚIONAREA PRIN TURNARE A PIESELOR DIN SUBANSAMBLELE CU FRECARE

Uzura pe toată suprafața de lucru a pieselor cu frecare din metale antifricțiune face uneori nerentabilă recondiționarea prin metodele de încărcare prin sudare sau metalizare.

Astfel, pentru o serie de piese, metoda de recondiționare prin turnare este mai economică.

În afară de recondiționarea prin turnare a cuzineților lagărelor, această metodă se poate utiliza și pentru o serie de alte piese, pistoane, bucșe de ghidare etc.

Metoda cea mai simplă și mai răspîndită de recondiționare prin turnare, mai ales cu babbit sau cu substituenții săi, este turnarea manuală fără presiune.

Forma pentru turnarea stratului este compusă din corpul piesei (de exemplu corpul cuzinetului) și dintr-un dorn special care îndeplinește rolul de miez în procesul de turnare.

Tendința de a micșora adaosul de prelucrare, de a reduce grosimea stratului turnat pentru a îmbunătăți calitățile sale mecanice și de a mări compactitatea metalului turnat, au dus la apariția unor dispozitive mai complicate pentru turnare manuală, plăci de fixare cu mărci sau știfturi de centrare pentru așezarea miezurilor, dispozitive pentru turnarea cuzineților prin alimentarea cu metal din partea de jos după principiul vaselor comunicante etc.

Scanned with OKEN Scanner

Operaţia de recondiţionare prin turnare manuală a bucşelor şi cuzineţilor se compune din următoarele faze:

1) pregătirea pieselor uzate pentru turnat;
2) cositorirea;
3) asamblarea formei şi turnarea;
4) prelucrarea mecanică;
5) ajustarea.

Pentru recondiţionarea prin turnare se utilizează, în funcţie de condiţiile de lucru (mai ales în funcţie de încărcarea P în kg/cm² şi viteza periferică v în m/s), babbite şi substituenţii babbitelor de diferite calităţi, dintre care cele mai importante sînt redate în tabela 11.

Tabela 11

Calităţile de babbit şi înlocuitorii acestora

Tipul şi marca	Exemplu de utilizare	Temperatura de încălzire pt. topire, °C	
		finală	iniţială
Babbite			
Cu cositor B 83	$PV > 100$ la solicitare cu şocuri	240	370
„ B 16	$PV < 60$ la solicitări liniştite	240	410
„ B 11 (cu Cu, Ni şi Cd)	Idem	240	400
Cu plumb BK (cu Na şi Ca)	$P < 200$ kg/cm² pentru maşini cu mers liniştit	—	500
Cu plumb BS	$PV < 20$ şi $t_{lucru} < 60$°C	240	410
Alcusin AMK 2	$P \leqslant 100$ kg/cm² $V \leqslant 4$ m/s	650	750
ŢAM-10-5	$PV < 100$; $P < 200$ kg/cm² şi $V \leqslant 7$ m/s	400	450

Observaţie: Temperatura iniţială coréspunde temperaturii de încălzire la începutul turnării, iar cea finală, celei de la sfîrşitul turnării, deci intervalul de temperatură $t_i - t_f$ este egal cu răcirea maximă admisibilă la turnare.

Ca materiale auxiliare pentru turnare se folosesc:

1) aliaj de lipit (POS 30) pentru cositorire;
2) soluţie saturată de clorură de zinc, $ZnCl_2$;
3) acid clorhidric tehnic;
4) clorură de amoniu pură, NH_4Cl;
5) chit refractar de diferite compoziţii.

Cuzinetul uzat se spală cu soluţie caldă de sodă şi se aşază pe o placă în poziţie orizontală sau înclinată în spre baia de spălare. Prin încălzirea exterioară superficială cu un arzător de gaz sau cu o lampă de lipit, se realizează topirea unui strat subţire din babbitul care este lipit de metalul corpului piesei,

obținîndu-se astfel o alunecare lină a babbitului deteriorat fără topire și fără pierderi prin zgură.

Suprafața interioară a cuzinetului, curățită de stratul superficial topit, se decapează cu acid clorhidric pentru a îndepărta oxizii, se spală cu apă fierbinte și apoi se umezește cu o soluție de clorură de zinc.

Suprafața cuzinetului pregătită astfel se încălzește la temperatura de 280 — 300°C și se cositorește cu aliaj de lipit (POS 30).

Cuzineții demontabili se strîng cu brățări și apoi se așază în dispozitivul de turnat.

Dornurile (miezurile) se confecționează din lemn sau țevi de oțel și trebuie să fie perfect centrate față de conturul corpului pe care se toarnă.

Înainte de turnare, cuzinetul trebuie preîncălzit și așezat în poziție verticală; în același timp se topește babbitul într-un creuzet sau într-o oală specială, supraîncălzindu-l cu 25—50°C peste temperatura t_n, indicată în tabelă; corpul cuzinetului trebuie menținut fierbinte (după cositorire) sau preîncălzit din nou pînă la: 1) 250°C pentru turnarea cu babbit B 83 și B 16; 2) 200°C pentru turnarea cu babbit BS și 3) 300—350°C pentru turnarea cu alcusin și ȚAM-10-5.

După aceea, se toarnă babbit în spațiul format între corpul cuzinetului și miez. Consumul de babbit și adaosurile pentru prelucrare sînt indicate în tabela 12.

Tabela 12

Adaosul de prelucrare și pierderile la turnarea manuală cu babbit (în mm)

Grosimea pereților cuzinetului, mm	Diametrul arborelui, mm	Adaos de prelucrare pe rază, mm	Adaosul pentru pierderi, în % din greutatea de babbit turnat în corpul cuzinetului	Consumul de babbit la 1 kg turnat, kg/kg
5—8	pînă la 50	1—3	5	1,4
8—12	50—100	3—5	10	1,4—1,5
12—16	100—200	5—8	10—15	1,5—1,6
16	200	8—12	15—20	pînă la 2

La cuzineții mari demontabili, în cazul cînd numai jumătatea care este mai încărcată a suferit uzura, se recomandă ca ei să nu fie recondiționați prin turnare gata asamblați, ci sub formă de jumătăți, așa cum se arată în fig. 25.

Scanned with OKEN Scanner

Prelucrarea mecanică și de finisaj a cuzineților recondiționați prin turnare se face după procesul tehnologic tip pentru această clasă de piese[1]).

O metodă cu productivitate mai mare, mai economică și care dă rezultate calitativ mai bune, este turnarea centrifugală.

Efectuarea acestei operații se poate face în următoarele variante:

1. Metalul care urmează să fie turnat se topește într-un cuptor sau încălzitor separat și se toarnă într-o bucșă rotativă fixată în bacurile care se rotesc ale bancului de lucru; după aceasta urmează răcirea cu aer sau apă.

2. Încărcătura, formată din pilitură, sau bucăți de metal care urmează a fi turnat, se introduce împreună cu fondantul într-o bucșă fixată în bacurile bancului de lucru, care este înconjurată de un încălzitor cu gaz sau electric. Topirea încărcăturii se face în timpul rotirii bucșei.

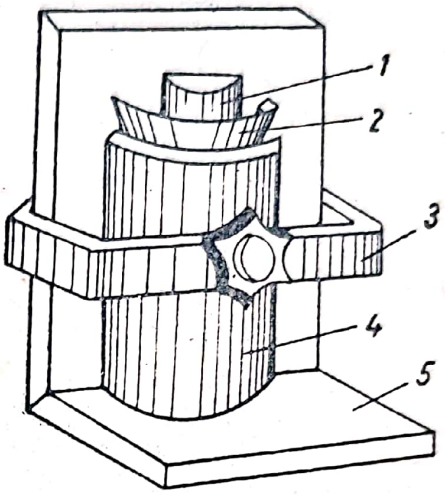


Fig. 25. Dispozitiv pentru turnarea manuală a jumătăților de cuzinet:
1 — dorn; *2* — pîlnie; *3* — bratară; *4* — cuzinet; *5* — placă-suport.

3. Bucșa se încarcă cu cantitatea corespunzătoare de material, se introduce într-un cuptor staționar și după topirea materialului se transportă la bancul de lucru și se pune în mișcare de rotație.

În condițiile de reparație, adică cînd există un sortiment apreciabil de bucșe de recondiționat (atît ca diametru cît și ca lungime) și în cazul cînd se repetă foarte rar turnarea pentru bucșe cu aceleași dimensiuni, este mai indicat să se folosească prima metodă, la recondiționarea prin turnare cu babbit, și metoda a treia, la recondiționarea prin turnarea cu bronzuri.

Schema de principiu a bancului de lucru pentru turnare centrifugală este dată în fig. 26.

Turația recomandată (rot/min) pentru fusul bancului de lucru este:

pentru babbit $n = \frac{1\,800...2\,000}{\sqrt{d}}$ pentru bronzuri $n = \frac{7\,000}{d}$

---

[1]) A. P. Sokolovski. Технология машиностроения, vol. II, Машгиз, 1949, B. I. Beliacov, B. A. Galiţki, Технология компрессоростроения. Машгиз, 1949.

în care: d este diametrul de strunjire înainte de turnare (în cm), cu condiția ca grosimea stratului aplicat prin turnare să fie aproximativ $d/20$ din rază.

Formulelor de mai sus le corespunde o viteză periferică pe diametrul de turnare de circa 3 m/s pentru babbite și 4 m/s

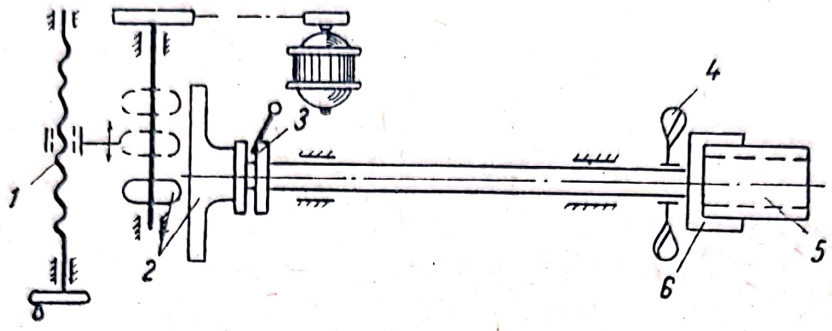


Fig. 26. Schema bancului pentru turnarea centrifugală a cuzineților:

1 — spindlu de reglaj; *2* — transmisie cu fricțiune, cu șaibe de transmisie; *3* — mufă de cuplare; *4* — ventilator pentru răcire; *5* — cuzinetul turnat; *6* — bucșe.

pentru bronzuri. La această viteză periferică metalul de turnare se află sub o presiune de minimum 0,6 kg/cm², ceea ce asigură o densitate bună a stratului turnat.

RECONDIȚIONAREA PRIN METODELE ÎNCĂRCĂRII PRIN SCÎNTEI ELECTRICE ȘI PRIN VIBROCONTACT

Procedeul încărcării prin scîntei electrice și polaritate inversă (catodul la piesă, iar anodul la electrodul de încărcare dură) este un fenomen complex care cuprinde:

a) transport polar de metal de la anod la piesa-catod;

b) călirea rapidă a straturilor superficiale ale piesei;

c) nitrurare (cu azot din aer) în intervalul dintre scîntei.

Spre deosebire de procedeele de sudare, transportul de metal în cazul încărcării prin scîntei electrice nu poate fi considerat numai ca o acoperire a piesei cu metalul anodului.

Încercările au arătat că duritatea suprafeței piesei este mult mai mică după încărcare prin scîntei decît duritatea anodului greu fuzibil, însă mai mare decît duritatea metalului piesei. Prin urmare, metalul transportat de la anod difuzează în metalul piesei.

Rezultatul principal al acțiunii concomitente de aliere prin difuzare, călire și nitrurare este durificarea stratului superficial

Scanned with OKEN Scanner

de grosime mică, avînd loc simultan și o creștere neînsemnată a dimensiunilor piesei. Prin urmare, utilizarea încărcării prin scîntei electrice pentru recondiționarea pieselor este limitată la cazul particular al compensării uzurilor mici.

În scopul depunerii unui strat prin scîntei electrice se

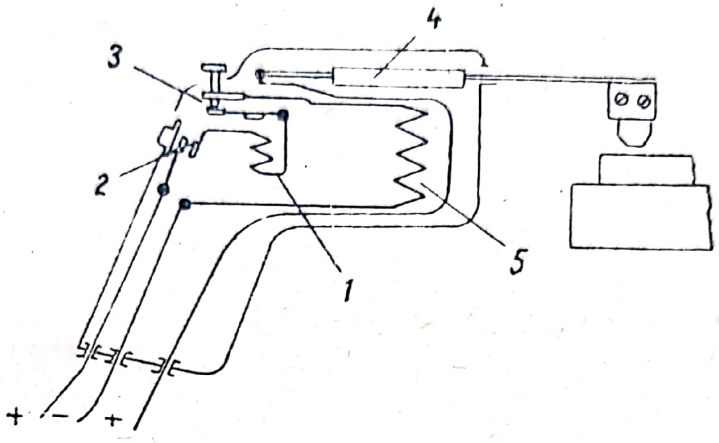


Fig. 27. Vibrator electromagnetic cu alimentare cu curent continuu pulsant, folosind un întrerupător de contact de tip sumer, montat chiar pe vibrator:

1 — bobina întrerupătorului; *2* — contactele întreruptătorului cu buton; *3* — vibratorul întrerupătorului; *4* — ancora vibratorului; *5* — bobina vibratorului.

pot utiliza atît aparate cu vibratori electromagnetici, care creează o mișcare de du-te-vino a anodului (KEI-1, UNR-3M, ȚNIITMAȘ, IE-2), cît și aparate rotative cu discuri.

Impulsurile necesare pentru descărcările sub formă de scîntei se obțin prin conectarea în schema aparatelor a unor capacități electrice.

În fig. 27 este reprezentată schema celui mai simplu pistol vibrator KEI-1, care se caracterizează printr-o intensitate a curentului de 1,5 — 5 A, o tensiune pînă la 150 V și o capacitate de 60—120 μF. Pistoalele KEI-1 folosite pentru recondiționarea instrumentelor nu sînt prea indicate pentru recondiționarea pieselor, deoarece ele asigură o adîncime de difuzare neînsemnată (pînă la 0,1 mm) și o modificare și mai mică a dimensiunilor (creștere). Din acest motiv aceste aparate se caracterizează printr-o productivitate mică, de 0,3 — 0,5 cm^2/min.

Aparatele cu cinci electrozi tip IE-2 lucrează la o tensiune mai scăzută (50 V), însă cu o intensitate mai mare a curentului (50 A) și au o capacitate pînă la 600 μF la fiecare electrod, mărindu-se astfel atît adîncimea de difuzare (pînă la 1 mm), cît și productivitatea (pînă la 8 cm^2/min). Pentru recondiționarea simul-

Scanned with OKEN Scanner

tană a unei uzuri neînsemnate și durificare, se pot utiliza ca anozi aliajele dure T15 K6, T30 K4, ferocrom, ferobor sau fontă albă.

Atît pentru durificare cît și pentru încărcare cu aliaje antifricțiune (bronz, babbit) se pot utiliza aparate cu disc (fig. 28).

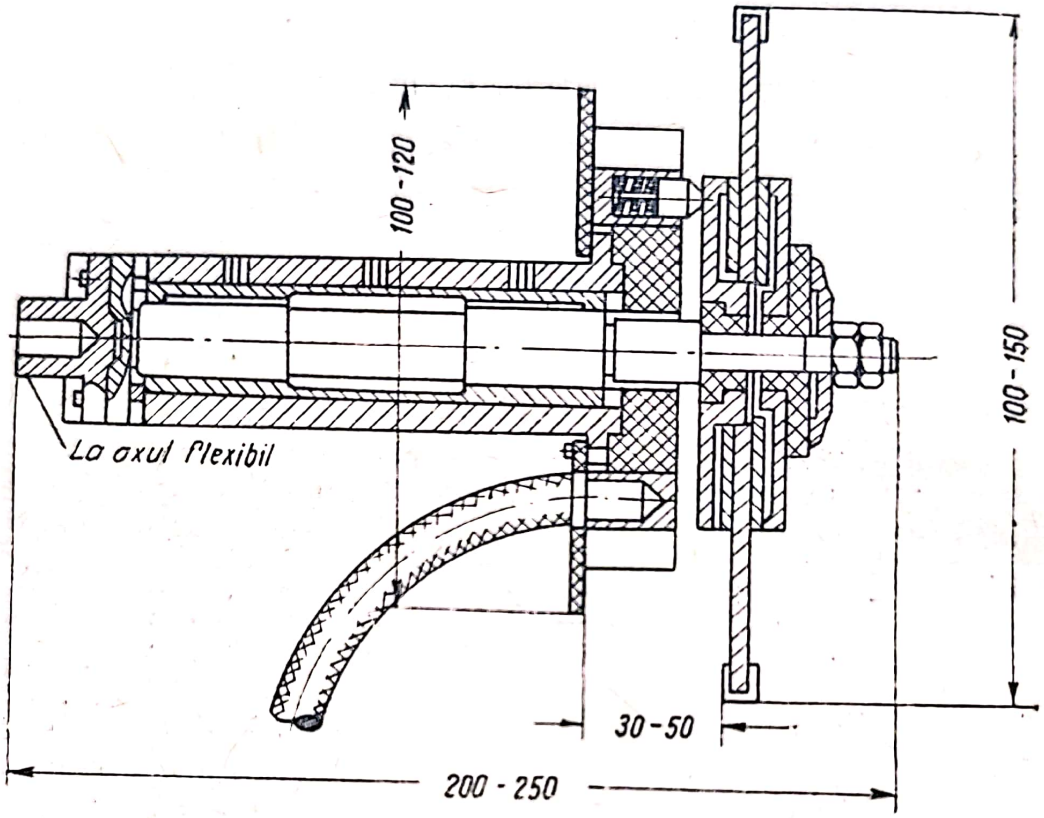


Fig. 28. Vibrator mecanic cu disc rotativ (K. I. Iakubovski).

Pe un disc rotativ se fixează unul sau mai mulți electrozi. Frecvența descărcărilor se determină ca produsul dintre numărul de rotații al discului pe minut și numărul de electrozi fixat pe disc. Ca electrozi se pot utiliza vergele turnate sau mănunchiuri de sîrme, strînse între discul de alamă și flanșa de fixare. Tensiunea se transmite de la polul pozitiv al generatorului la discul de alamă prin peria frontală de cupru-grafit, care este ținută în contact strîns, cu ajutorul unui arc. Rotirea discului cu o viteză pînă la 10 m/s este transmisă de la un motor cu ajutorul unui ax flexibil[1]).

O poziție intermediară între sudura cu arc electric cu tensiune scăzută și aplicarea de straturi de metal prin metoda cu scîntei

[1]) A. N. Bernațkii, Механизация строительства, № 4, 22—24 (1949).

electrice la tensiune ridicată o ocupă metoda, nouă și cu perspective mari, de electrocontact prin vibrație, care permite aplicarea mai multor straturi de grosime apreciabilă.

Principiul acestei metode constă în faptul că, în afară de scînteile unitare produse de electrodul vibrant, are loc și o atingere (contact) intermitentă a electrodului cu piese. În aceste condiții, transportul metalului prin scîntei se îmbină cu procesul de sudare, al cărui rol crește o dată cu creșterea intensității curentului. Metoda aplicării straturilor prin contact a găsit utilizare în cîteva variante (metoda G. P. Klekovkin[1]), lucrările lui G. V Gusev[2]) etc.)

Varianta lui G. P. Klekovkin, denumită de el „încărcarea cu metal la rece prin vibrocontact", prevede rotirea electrodului anodic, care cu ajutorul vibratorului efectuează simultan și o mișcare de du-te-vino. În momentul apropierii electrodului de piesă care joacă rol de catod, are loc o descărcare prin impuls, care încălzește capătul electrodului pînă la temperatura de sudare, iar în momentul următor, prin contact are loc sudarea electrodului cu piesa. Apoi, datorită rotirii și vibrației, capătul muiat al electrodului se răsucește și se desprinde de piesă. În acest fel, stratul de metal depus se formează mai ales datorită macroparticulelor electrodului sudat, și în măsură mai mică prin transportul cu scîntei al microparticulelor. Dacă se folosește în același timp și un jet de electrolit dirijat în spre suprafața pe care se face depunerea, piesa se menține rece, adică nu se modifică ca structură și nu se deformează. Schema instalației în varianta de mai sus este redată în fig. 29. Procesul de depunere se desfășoară de obicei pe un strung, între vîrfurile căruia se fixează și se rotește încet piesa, iar pe suport se montează capul automat cu bobina pentru sîrmă (acționarea bobinei se face de la un electromotor separat), vibratorul și instalația de comandă electrică.

Instalația se alimentează cu curent alternativ sau continuu. La un diametru al sîrmei de 1,5 — 2 mm intensitatea curentului este de 400—500 A și la o trecere se poate depune un strat cu grosime pînă la 2 mm.

---

[1]) Orgtransmas, Информация, № 58/130, 1952; Информационно-технический листок ЛДНТИ, № 37 (610) 1954.

[2]) G. V. Gusev, Электроэрозивное наращивание деталей машин. Автореферат диссертации, МИМЭСХ, 1954.

După varianta lui G. V. Gusev, se folosește ca electrod (anod) o vergea cu diametru de 5 mm la o tensiune de 4—5 V și o intensitate a curentului de 400—500 A; grosimea stratului la o trecere este de 0,2—0,5 mm, în funcție de marca electrodului.

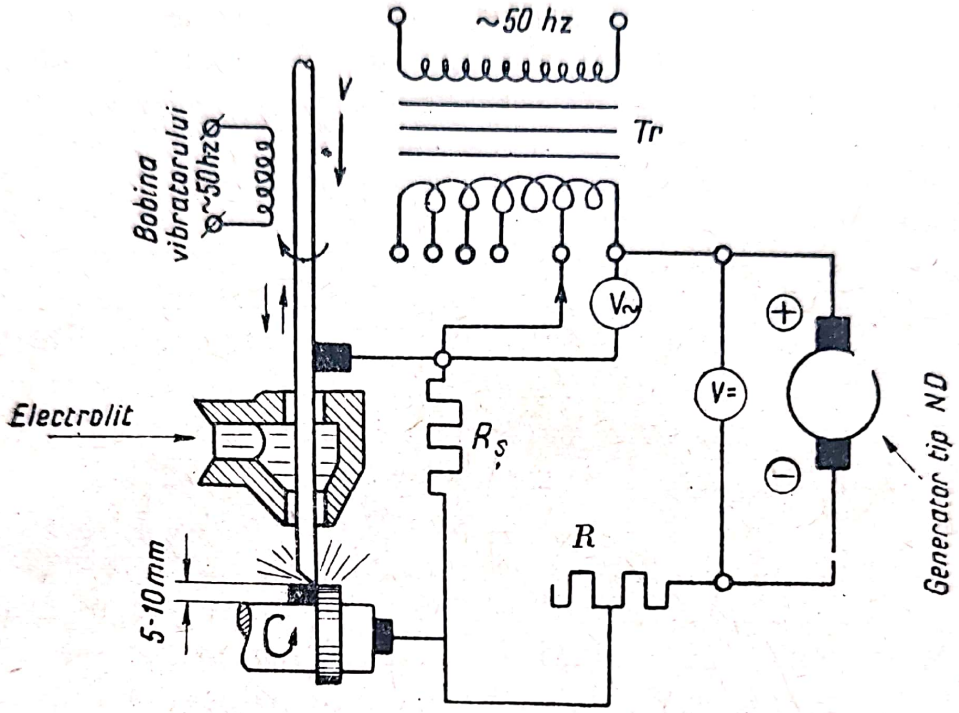


Fig. 29. Schema încărcării automate, prin sudare la rece prin vibrocontact, a pieselor:
Tr — transformator de sudură; *V* — tensiunea curentului continuu; *V* — tensiunea curentului alternativ; *R* — rezistența activă; $R_ş$ — rezistență cu șunt.

RECONDIȚIONAREA PIESELOR PRIN METODE ELECTROCHIMICE

Cromarea rezistentă la uzură

Metodele electrochimice de depunere a unui strat metalic sînt foarte variate, atît din punct de vedere al metalelor folosite pentru încărcare, cît și ca destinație. La recondiționarea pieselor uzate se utilizează cel mai des cromarea.

Datorită durității și rezistenței mari la uzură a cromului, cît și datorită proprietăților sale antifricțiune, cromarea are o serie de avantaje față de depunerea altor straturi de încărcare. Grosimea maximă de depunere a stratului reprezintă în cazul cromării 0,25 mm pentru încărcările dense și 0,5 mm pentru încărcările poroase. O parte din grosimea stratului depus (0,1—0,15 mm) este apoi adesea îndepărtată prin rectificare și deci stratul

Scanned with OKEN Scanner

de lucru, de crom rămas, nu depășește 0,15 mm (pentru încărcări dense) sau 0,35 — 0,40 mm (pentru acoperiri poroase).

Pentru efectuarea lucrărilor de cromare este necesar un atelier special de galvanizare, compus dintr-o serie întreagă de băi; afară de aceasta, dificultatea confecționării anozilor profilați necesari pentru recondiționarea pieselor cu configurație mai complicată limitează utilizarea acestei metode.

Cromarea pentru mărirea rezistenței la uzură a pieselor din fontă și oțel se execută, în funcție de condițiile de lucru în exploatare a pieselor recondiționate, în două variante tehnologice: încărcare densă și încărcare poroasă.

Încărcarea densă trebuie recomandată pentru piesele care se uzează mai ales datorită acțiunii abrazive și corozive a mediului de lucru (fusurile armăturilor, inelele de etanșare ale armăturilor sau pompelor centrifuge, tijele și plungerele pompelor cu piston etc.), iar încărcarea poroasă, de preferință pentru piesele subansamblurilor cu frecare prevăzute cu ungere (fusurile mașinilor de lucru, axele mașinilor, tijele etc.).

Tehnologia încărcărilor dense cu crom. Cromarea se face în băi cu o soluție de CrO_3 și H_2SO_4. Băile electrolitice trebuie să asigure o putere de pătrundere bună, adică o uniformitate a încărcării în grosime și compactitate, randament de curent maxim, față de cel teoretic (limita o constituie echivalentul electrochimic al metalului respectiv, egal pentru crom cu 0,324 g/A·h) și pierderi minime de electrolit.

Aceste condiții sînt îndeplinite în cea mai mare măsură de așa-numitele băi diluate avînd o concentrație pînă la 150 g CrO_3 și 1,5 g H_2SO_4 la un litru de apă.

Termenul băi „diluate" a fost adoptat spre deosebire de băile „concentrate" utilizate în unele cazuri și care conțin pînă la 450 g CrO_3 și 4,5 g H_2SO_4 la un litru de apă.

După alegerea băii, pentru calitățile stratului depus este hotărîtoare densitatea de curent D_c la piesa-catod, în amperi/dm² și temperatura electrolitului din baie, t.

În funcție de acești factori se obțin depuneri de culoare cenușie, lucioase sau mate (fig. 30) care au o rezistența diferită la uzură.

Rezultatele cele mai bune în ceea ce privește aderența, duritatea și rezistența la uzură a acoperirilor cu straturi lucioase, se obțin pentru $D_c = 50 - 60$ A/dm² și $t = 55 - 60$°C[1]).

---

[1]) G. S. Levitski, Хромирование деталей и инструмента, Машгиз, 1951.

În afară de alegerea corespunzătoare a concentrației băii, puterea bună de pătrundere se realizează prin utilizarea unei suprafețe suficient de mari a anozilor, prin alegerea configurației anozilor corespunzătoare profilului părții suprafeței piesei care urmează a fi încărcată, și utilizînd metode speciale pentru evitarea concen-

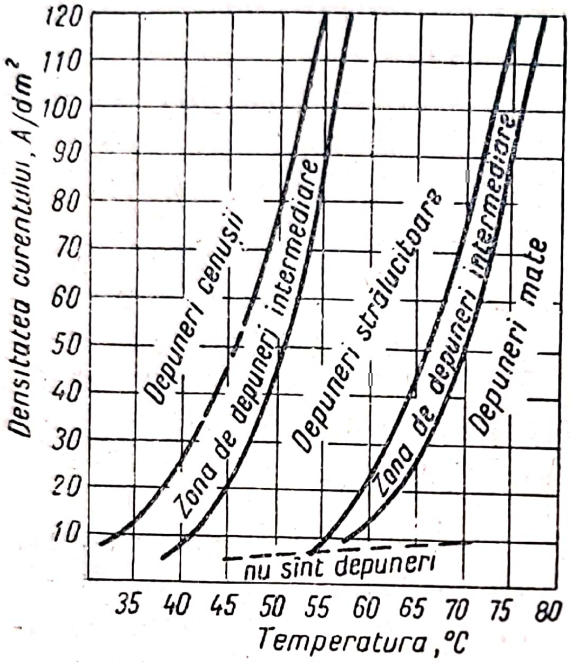


Fig. 30. Variația depunerilor de crom.

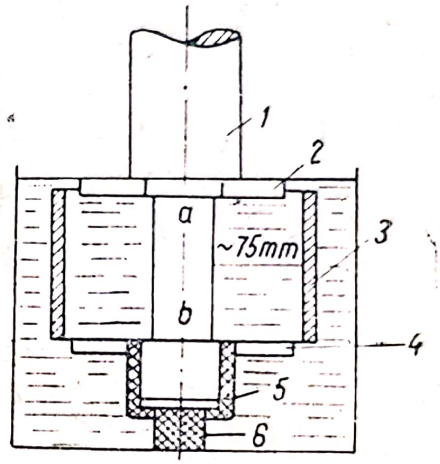


Fig. 31. Cromarea unui ax *ab*:
1 — piesa (catod); *2* — ecran; *3* — anod de plumb; *4* — ecran; *5* — izolație din viniplast; *6* — suport.

trației liniilor de forță la marginea profilelor, de exemplu, prin folosirea ecranelor (fig. 31). Se recomandă ca suprafața anozilor (S_a) să fie aleasă de 1,5—2 ori mai mare decît suprafața piesei care urmează a fi încărcată (S_c).

Procesul tehnologic de recondiționare prin cromare constă din operații de pregătire, cromarea propriu-zisă și operații de finisare.

Pregătirea suprafeței piesei se face succesiv în cîteva faze:

1. Rectificarea pentru restabilirea formei piesei;
2. Degresarea în soluție fierbinte de alcalii (de exemplu 45 g/l NaOH + 25 g/l Na_2CO_3 + 25 g/l Na_3PO_4);
3. Izolarea părților care nu trebuie cromate, cu pelicule de lac sau foi (celuloid, policlorură de vinil etc.).
4. Decaparea electrochimică. Această operație se face în aceeași baie în care urmează apoi și cromarea, piesa avînd rolul de anod, iar electrodul rolul de catod.

Pentru decapare se micșorează densitatea curentului la 20—25 A/dm², celelalte condiții, adică temperatura, suprafața

și forma electrozilor, protecția marginilor cu ecrane, efectuîndu-se la fel ca și în cazul cromării. Decaparea durează circa un minut.

5. Spălarea în curent de apă rece.

Cromarea propriu-zisă se face imediat după decapare (piesa fiind catod, iar electrodul de plumb, anod), la densitatea de curent optimă pentru baia aleasă.

Cinetica acestui proces se exprimă prin următoarea ecuație:

$$\delta = \frac{KD\tau\alpha}{n\gamma \cdot 10} \qquad (1)$$

în care: δ este grosimea stratului de acoperie, mm;
K — echivalentul electrochimic, egal cu 0,324 g/A·h;
D — densitatea curentului, A/dm²;
τ — durata de depunere a stratului cu grosimea δ, h;
α — coeficientul randamentului de curent <1 (pentru cromare $\alpha = 0{,}12 - 0{,}18$, în funcție de compoziția băii);
n — coeficientul densității stratului depus (0,8—0,9);
γ — greutatea specifică a metalului folosit pentru încărcare (pentru crom 7 gf/cm³).

Prin urmare, pentru o mărime dată δ (în mm) se determină durata τ (în ore).

Este ușor de calculat că pentru cromare într-o baie diluată, la $D = 60$ A/dm² viteza de depunere $\frac{\delta}{\tau}$ va fi în total numai 0,04 mm/h.

Intensitatea de curent I necesară se poate afla din următoarea ecuație:

$$I = \frac{DS_c}{100} \qquad (2)$$

în care: S_c este suprafața stratului depus, cm².

În sfîrșit, consumul de energie electrică (în kWh) se determină din ecuația:

$$W = \frac{IU\tau}{\eta \cdot 1\,000} \qquad (3)$$

în care: U este tensiunea la bornele generatorului, considerată de obicei 5—9 V;
η — randamentul grupului motor-generator (0,4—0,5).

Scanned with OKEN Scanner

Operațiile finale ale acestui proces tehnologic sînt următoarele:

1) spălarea într-o baie de apă;
2) spălarea în curent de apă;
3) uscarea;
4) rectificarea și lustruirea.

Tehnologia încărcării cu un strat poros de crom. Metoda cromării poroase permite obținerea unei acoperiri dure, în care porii ocupă pînă la 50% din suprafață (sau 5—15% din volumul total de crom).

În funcție de variantele tehnologice, porii pot avea forma de ciupituri sau caneluri.

Microduritatea mare a cromului, care poate ajunge pînă la 1 000 *HB*, precum și capacitatea sa de a acumula lubrifiant în pori, face ca piesele cromate poros să fie foarte rezistente la uzură în subansamblele cu frecare și ungere imperfectă.

Deosebirea caracteristică a tehnologiei cromării poroase, față de cromarea densă, constă în introducerea unei operații suplimentare după cromarea propriu-zisă (corodarea anodică într-o baie specială sau în aceeași baie în care s-a făcut decaparea și cromarea).

Compoziția electrolitului, adică raportul între CrO_3 și H_2SO_4 are o influență considerabilă asupra caracterului porilor, permițînd să se obțină la un raport $\frac{SO_4}{CrO_3} = \frac{1}{115} \ldots \frac{1}{125}$ o structură în formă de caneluri a porilor pentru condiții grele de lucru, adică pentru valori mari PV, iar pentru $\frac{SO_4}{CrO_3} = \frac{1}{95} \ldots \frac{1}{100}$, o structură a porilor în formă de ciupituri, pentru condiții ușoare de lucru ($PV \leqslant 25$).

Regimul de corodare anodică se alege în următoarele limite:

Densitatea de curent, D_a	30—50 A/dm²
Temperatura băii, t	58—64°C
Durata, τ_a	5—8 min

Operația de corodare a anodului este caracterizată prin criteriul denumit „intensitatea corodării" și care se reprezintă prin produsul $D_a \cdot \tau_a$.

Trebuie menținute valori ale regimului de corodare $\tau_a \cdot D_a = 250$ A·min/dm²[1]), căruia îi corespunde o adîncime de corodare $h_a = K(D_a \cdot \tau_a)$ μ, unde $K = 0{,}05 - 0{,}075$ la $t = 55 - 65$°C și $D_a \cdot \tau_a = 250$ A·min/dm². Deci la acest regim,

$$h_a = (0{,}05 \ldots 0{,}075)\,250 = 12 \ldots 18\ \mu$$

[1]) M. L. Perțovski, Пористое хромирование. Машгиз, 1949.

După cromarea poroasă, piesele spălate și uscate se rectifică și se ajustează împreună cu piesa corespunzătoare, sau se rodează împreună cu o piesă falsă corespunzătoare, timp de trei pînă la cinci ore.

În cazuri de mare răspundere, se recomandă încălzirea pieselor cromate înainte de rectificare la o temperatură de 160—180°C, timp de 1,5—2 ore, pentru îndepărtarea fragilității datorită hidrogenului.

Utilajul secției de cromare care funcționează în cadrul atelierului de reparație al unei fabrici chimice trebuie să fie, pe de o parte universal, iar pe de altă parte, simplu.

În componența utilajului trebuie să intre:

1) un grup motor-generator de tensiune joasă, cu o putere a motorului de 8—12 kW (de exemplu, tip NDȘ, IAEMZ); numărul de generatoare se calculează după producția atelierului și de obicei se instalează două;

2) tabloul de comandă pentru pornirea și reglarea electromotorului de curent alternativ și reglarea tensiunii generatorului de curent continuu;

3) băi din oțel pentru spălare, prevăzute cu serpentine de încălzire cu abur (2—3 bucăți);

4) băi pentru decapare, cromare și corodare anodică, 2—3 bucăți de diferite dimensiuni; se recomandă confecționarea băilor sub formă de carcasă căptușită cu faolit sau viniplast;

5) vas de decantare și pompă pentru electrolit, din aceleași materiale;

6) instalația de aerisire prin aspirație se calculează pentru absorbția a 3 600 m^3/h aer de pe suprafața de 1 m^2 oglindă a băii.

Încărcarea electrolitică cu oțel

O nouă practică de recondiționare a pieselor o constituie metoda depunerii electrolitice a fierului sau oțelului. Deși fierul depus cu curent electric, din soluție, a fost obținut prima dată în Rusia încă în anul 1866 (I a c o b i și K l e i n), introducerea practică a acestei metode în tehnologia reparațiilor a început abia de curînd, datorită dificultăților de a obține straturi dure de fier (încărcările moi, elastice au fost introduse în poligrafie de I a c o b i).

În anii 1947—1949 a fost elaborată și introdusă pe scară industrială depunerea electrolitică a fierului și a oțelului cu o scară largă de duritate a straturilor, respectiv pînă la 1 000 unități Vickers, la o grosime a stratului pînă la 3 mm pe fiecare

Scanned with OKEN Scanner

parte[1]). Examinarea acestor cifre din punct de vedere al necesităților impuse metodelor de recondiționare a pieselor, arată justificarea deplină a trecerii în multe cazuri la această metodă mai ieftină și mai rapidă, în comparație cu cromarea, de acoperire cu oțel, și mai ales în cazul cînd este necesară compensarea unei uzuri relativ înaintate (menționăm că pînă în prezent limita grosimii stratului de crom nu depășește 0,5 mm).

Se înțelege de la sine că cromarea rămîne cu avantajele sale, mai ales în ceea ce privește efectul anticorosiv ridicat.

Încărcarea cu oțel după metoda primei uzine *LARZ* se face în trei feluri care duc la formarea unor straturi diferite ca proprietăți.

1. Depunerea fierului pur cu structură granulară fină și duritate mare ($HB = 200 - 250$) din băi care conțin clorură feroasă $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ și sare de bucătărie.

2. Depunerea unui aliaj Fe—C cu conținut scăzut de carbon ($HB = 300 - 400$) cu structură măruntă de tipul sorbitei, din aceeași baie însă cu adaos de 200 g/l glicerină;

3. Depunerea unui aliaj Fe—C cu conținut ridicat de carbon (duritatea pînă la 1 000 unități Vickers), care poate fi supus tuturor tipurilor principale de tratament termic, inclusiv călire, folosind aceleași băi, la care se adaugă atît glicerină cît și zahăr. În acest caz, conținutul de carbon din stratul de acoperire atinge pînă la 1%.

Ca anod se folosesc în toate băile table de oțel.

Concentrația optimă pentru $FeCl_2$ în baie $K = 200 - 350$ g/l, la temperaturi ale electrolitului de 90—100°C.

Densitatea curentului la catod trebuie să corespundă concentrației de $FeCl_2$ din baie și pentru valorile K indicate mai sus, se alege:

— pentru băi de primul tip, adică fără adaosuri organice, $D_c = 10 - 15$ A/dm²;

— pentru băi de tipul al doilea și al treilea, $D_c = 20 - 25$ A/dm².

Din punct de vedere al rezistenței la uzură, rezultatele cele mai bune s-au obținut, după cum era și de așteptat, cu piesele la care încărcarea s-a efectuat în baie de tipul al treilea.

Durata procesului se determină după formula (1), în care: K este echivalentul electrochimic al fierului bivalent, egal cu 1,042 g/h, iar α — randamentul de curent, egal 0,8—0,95.

---

[1]) V. I. Kazarțev, N. I. Sobolev, Вестник машиностроения, № 3 (1956).

Scanned with OKEN Scanner

Valorile mari pentru K și α la fier, în comparație cu cromul dovedesc intensitatea procesului. Într-adevăr, înlocuind în formula (1) $D_c = 10 \ldots 25$ A/dm², găsim că viteza de depunere a oțelului este de 0,15—0,25 mm/h, adică de 4—6 ori mai mare decît la depunerea cromului.

Prelucrarea pieselor se face după revenire la 300—350°C (lichidarea fragilității provocată de hidrogen), rectificare sau strunjire.

În cazul reparării unei adîncimi mari de uzură (1—3 mm), și cînd se cere în același timp o rezistență mare la coroziune a stratului încărcat, se obțin rezultate bune prin metoda combinată de încărcare cu oțel și cromare.

Adîncimea principală de uzură se compensează prin depunerea electrolitică de oțel, iar stratul exterior cu grosimea de 0,2—0,3 mm se depune în baia de cromare.

RECONDIȚIONAREA PRIN METODA CU PIESE SUPLIMENTARE

O metodă simplă și sigură de recondiționare a multor piese constă în aplicarea peste piesele uzate a unor bandaje sau a unor cămăși, care cuprind piesa respectivă. Piesa rezultată prin această recondiționare combinată trebuie să aibă toate dimensiunile nominale sau de reparație necesare. Astfel de piese de completare sînt bucșele presate în butuci, bucșe uzate sau bandajele și cămășile care se trag pe arbori, fusuri și bolțuri (fig. 32) și, mai rar, diverse adaosuri fixate pe suprafețele uzate. Avantajele metodei pieselor suplimentare în comparație cu toate metodele considerate anterior sînt în multe cazuri următoarele:

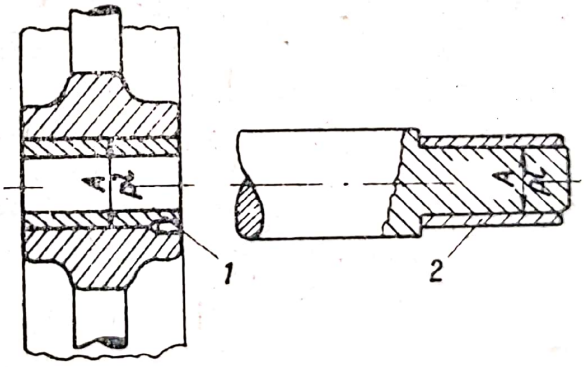


Fig. 32. Recondiționarea pieselor prin metoda cu piese suplimentare:
1 — bucșă presată în butucul roții de transmisie cu asigurare mecanică suplimentară;
2 — cămașă presată pe fusul unui arbore.

1) posibilitatea de realizare în condițiile cele mai primitive de reparații, deoarece toată prelucrarea necesară se face pe strunguri universale de așchiere a metalelor;

2) posibilitatea determinării destul de precise prin calcul a momentelor exterioare sau forțelor transmise piesei recondiționată prin această metodă combinată;

Scanned with OKEN Scanner

3) posibilitatea combinării diferitelor materiale.

Dezavantajul acestei metode este domeniul restrîns de utilizare, limitat, în primul rînd, de formele constructive și dimensiunile pieselor recondiționate și de mărimea solicitărilor care apar în corpul piesei principale și în bucșele sau cămășile aplicate.

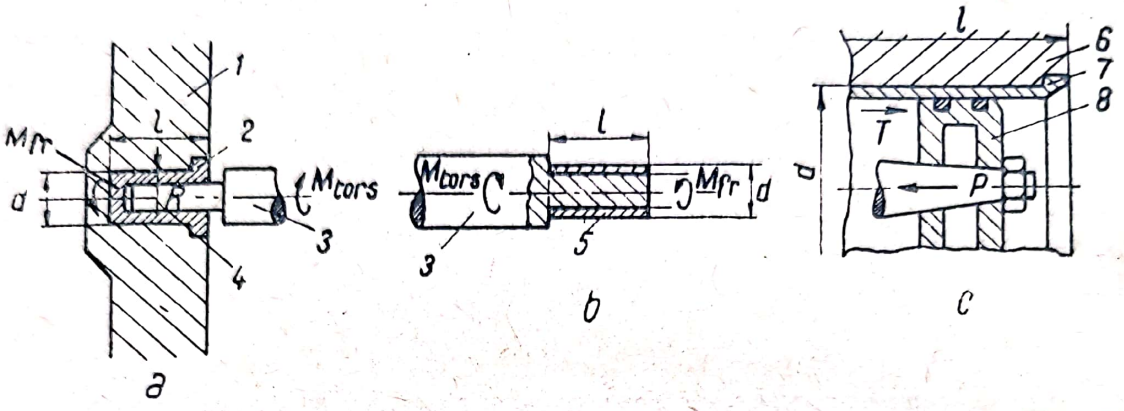


Fig. 33. Schemă pentru calculul strîngerii ajustajului pieselor suplimentare:

1 — corp; *2* — bucșă; *3* — arbore; *4* — reacția în reazem; *5* — cămașă; *6* — cilindru; *7* — bucșă; *8* — piston.

Bucșele și cămășile se fixează pe piesele recondiționate fie folosind un ajustaj de blocare, a cărui strîngere se determină din calculul momentului transmis, fie cu ajutorul sudurii, lipirii prin cositorire sau lipirii cu clei.

Analizînd trei variante posibile de utilizare a bucșelor și bandajelor (fig. 33), găsim că în cazul *a* (îmbinare mobilă bucșă-arbore) trebuie învins un moment de frecare datorită reacției în reazem (ajustaj) R, în cazul *b* (arbore-bandaj) un moment de torsiune, iar în cazul *c* (bucșă-piston), o forță exterioară de frecare T. Prin urmare, pentru cazurile *a* și *b* trebuie creat pe suprafața ajustajului un moment M_{fr}, adică trebuie creată o forță de frecare

$$T_{fr} = \frac{M_{fr}}{\frac{d}{2}} = \frac{2M_{fr}}{d}$$

pentru cazul *c*, această forță $T_{fr} = T$.

Deci, forței T_{fr} îi corespunde o presiune specifică pe suprafața de contact a bucșei (bandajului) cu piesa:

$$P = \frac{T_{fr}}{\mu_1 \pi dl} = \frac{2M_{fr}}{\mu_1 \pi d^2 l}$$

în care μ_1 este coeficientul de frecare de alunecare în stare de

repaus, o mărime variabilă și care depinde de metoda de frecare și de înălțimea neregularității suprafeței.

Pentru oțel pe oțel $\mu_1 = 0{,}08-0{,}12$,
Pentru oțel pe fontă $\mu_1 = 0{,}1-0{,}15$ } La presare cu presa sau cu ciocanul, deoarece în acest caz neuniformitățile sînt parțial aplatizate.

Pentru oțel pe fontă $\mu_1 = 0{,}2-0{,}25$ } La presare cu încălzire sau răcire.

Supradimensiunea minimă i (în μ) necesară pentru realizarea presiunii specifice P se determină cu următoarea formulă:

$$i_{minim} = 10^3 \, dP \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_b}{E_b}\right) + U$$

în care P — presiunea specifică, kfg/cm²;

$$C_a = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_a$$

$$C_b = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_b$$

în care: D, d, d_0 sînt dimensiunile conform schiței, cm (fig. 34);
μ_a și μ_b — coeficienții de contracție transversală, egali cu 0,3 pentru oțel și 0,25 pentru fontă;
E_a este modulul de elasticitate al piesei A, kfg/cm²;
E_b — modulul de elasticitate al piesei B, kfg/cm²;
U = 1,2 $\sum R_m$ al pieselor A și B pe suprafața de frecare, μ (la utilizarea frecării prin încălzire sau răcire, corecția U nu se introduce).

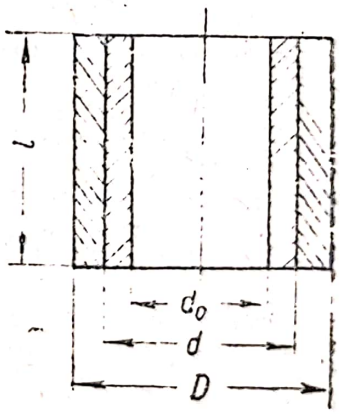


Fig. 34. Schema notațiilor pentru calculul strîngerii ajustajului pieselor suplimentare.

În cazuri de mare importanță se determină prin calcul și valoarea i_{maxim}, pornind de la asigurarea unei rezistențe a bucșei și a piesei de bază la acțiunea simultană a forțelor exterioare și tensiunii de comprimare (bucșă) sau întindere (piesa), la ajustaje cu strîngere.

În funcție de metoda de efectuare a frecării, se utilizează pentru calculul forței presei sau a greutății și numărului loviturilor de

ciocan, sau în sfîrșit a diferenței de temperatură, următoarele formule:

1. Pentru frecări prin presare, forța necesară a presei (tonajul)

$$Q = \mu_2 \pi P d l$$

în care: μ_2 este coeficientul de frecare la presare pentru oțel pe fontă, egal cu 0,06—0,14; pentru oțel pe oțel, egal cu 0,06—0,20;

l — lungimea bucșei, cm.

Pentru presare se recomandă o viteză de maximum 2—5 m/s și ungere cu ulei.

2. Pentru frecarea prin ciocănire, numărul de lovituri necesare

$$x = \frac{\mu_2 P \pi d l L}{G_2 h - (1 - \varepsilon^2) \dfrac{G_2 G_1}{G_2 + G_1} h}$$

în care: L este lungimea ajustajului, cm:

G_2 — greutatea ciocanului (în cazul căderii sale libere), kg;

G_1 — greutatea bucșei sau cămășii presate, kg;

h — înălțimea de ridicare a feței de lovire a ciocanului, cm;

ε — coeficientul de amortizare al sistemului ciocan-bucșă (de obicei $\varepsilon = 0{,}5$).

3. Pentru frecarea prin încălzire sau răcire

$$\Delta t = \frac{i_{max} + a}{10^4 \alpha d}$$

în care: α este coeficientul de dilatare liniară;

a — adaosul pentru jocul liber la tragerea bucșei, egal aproximativ cu 100—200 μ.

Prelucrarea finală a bucșei (cămășilor) trebuie să se facă împreună cu piesa, după presare, deoarece diametrul interior al bucșei sau diametrul exterior al cămășii se modifică prin strîngerea îmbinării, în funcție de presiunea de calcul P, variația diametrului deschiderii bucșei (în μ) fiind

$$\Delta d = \frac{2 P d^2 d_0 \cdot 10^4}{E (d^2 - d_0^2)}$$

Ca exemplificare se dă mai jos procesul tehnologic tip pentru recondiționarea unui fus uzat al unui arbore tratat termic, prin metoda presării unei cămăși (fig. 35), pe operații:

1) verificarea arborelui la strung și corectarea lui;

Scanned with OKEN Scanner

2) strunjirea și rectificarea fusului uzat la diametrul efectiv d_{uz}, pînă la dimensiunile $d_1 = d_{ncm} - (3...4$ mm);

3) confecționarea cămășii din oțel cementat sau călit, de preferință de aceeași calitate ca și arborele:

a) strunjirea exterioară la un diametru

$$D_1 = d_{ncm} + z_1$$

în care: z_1 este adaosul pentru rectificare după presare, se ia (pentru cămașa tratată termic) în limitele 0,08 — 0,15 mm;

b) strunjirea interioară la un diametru (în mm)

$$d_2 = d_1 - i - z_2$$

sau, ceea ce este același lucru

$$d_2 = d_{ncm} - z_2 - i - (3 \dots 4)$$

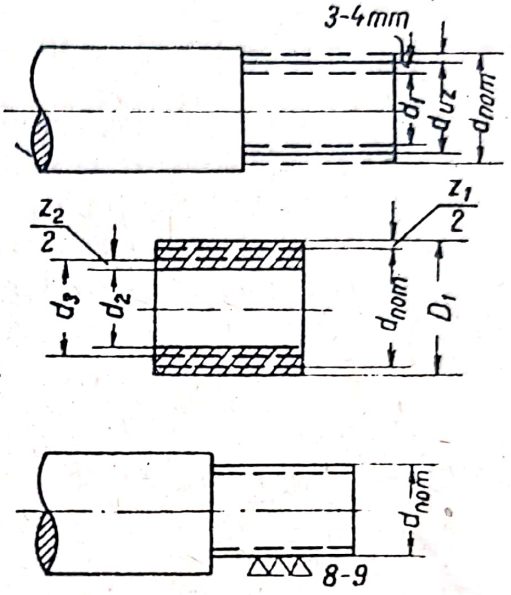


Fig. 35. Presarea unei cămăși pe un arbore tratat termic.

în care: i este strîngerea nominală de calcul;

z_2 — adaosul pentru rectificare interioară după tratament termic (înainte de presare).

4) tratamentul termic al cămășii (călire sau cementare);

5) rectificarea găurii interioare la un diametru

$$d_3 = d_2 + z_2 = d_1 - i$$

6) revenirea într-o baie de plumb sau de sare, la o temperatură de 300 — 400°C (în funcție de calitatea oțelului) și răcire pînă la temperatura de calcul a ajustării la cald;

7) tragerea la cald a cămășii pe fusul arborelui;

8) rectificarea arborelui cu cămașa aplicată, la un diametru d_{nom}.

O variantă specială de utilizare a pieselor suplimentare cu fixare elastică este metoda de recondiționare a suprafețelor cilindrice interioare cu ajutorul unei benzi de oțel demontabile [1]).

Dintr-un rulou de bandă cu lățimea pînă la 100 mm confecționată din oțel U8A, U10A sau 70S2H2 se taie plăci la o lungime

[1]) Kazarțev V. I., Sobolev N. I. Вестник машиностроения, № 3 (1956)

anumită calculată în prealabil (ținînd seama de supradimensiunea și adaosul de prelucrare pentru șlefuirea muchiilor), apoi se face rectificarea pachet a capetelor laterale, decaparea, spălarea și uscarea. Grosimea benzii se alege, pornind dela mărimea uzurii cilindrului și adîncimea de strunjire înainte de montarea benzii, după formula:

$$\delta = \frac{D - D_S}{2} + z + \frac{\Delta}{2}$$

în care: D este diametrul nominal al cilindrului recondiționat;
D_S — diametrul cilindrului strunjit;
z — adaosul pentru ajustarea benzii presate;
Δ — toleranța în minus admisă pentru grosimea benzii.

Pentru asigurarea elasticității benzii la înfășurarea și presarea ei în cilindru este necesar ca

$$\delta < \frac{[\sigma] D(1 - \mu^2)}{E}$$

în care: σ este solicitarea admisibilă la încovoiere;
μ — coeficientul de contracție transversală;
E — modulul de elasticitate la încovoiere.

Porțiunea de bandă înfășurată și prinsă cu o brățară se montează în cilindru prin presare în trepte și se aduce prin finisare (honing) pînă la dimensiunile și gradul de prelucrare cerut.

În cazul utilizării unei benzi lustruite nu mai sînt necesare operațiile de corodare, spălare și uscare, și nici prelucrarea după presare.

În afară de piesele suplimentare fixate de piesa principală prin presare, se mai utilizează piese sudate, lipite prin cositorire sau lipite cu clei, mai ales în cazurile cînd îmbinarea cu strîngere garantată nu este importantă din punct de vedere constructiv.

De exemplu, nu este posibilă recondiționarea prin presare a unei cămăși, a degajărilor arborilor în trepte sau cotiți, așezate între porțiuni ale arborelui cu diametrul mai mare. În astfel de cazuri se îmbracă pe fus o cămașă tăiată și se sudează apoi pe fus de-a lungul generatoarelor.

De exemplu, la un diametru nominal al fusului $d_{nom} = 80$ mm și o uzură de 2 mm pe rază, fusul se degroșează pînă la $d_{uz} = 75$ mm și în același timp se strunjește și se taie o cămașă cu grosimea peretelui de 3—4 mm. Lățimea tăieturii $a = 2 \ldots 3$ mm asigură spațiul liber necesar pentru sudarea jumătăților pe fus (fig. 36, *a*). Apoi, ambele jumătăți ale cămășii se îmbracă pe fusul pregătit, se strîng pe el cu un dispozitiv cu șurub (fig. 36, *b*) și se sudează cu sudură continuă de-a lungul ambelor tăieturi.

Scanned with OKEN Scanner

Sudarea se face prin procedeul cu arc, folosind electrozi de oțel de bună calitate cu diametrul de 3—4 mm.

După sudare piesa se strunjește la diametrul $d_{nom} = 80$ mm. Cusăturile de sudură lucrează la forfecare și asigură o rezistență de îmbinare cel puțin egală cu cea care ar fi putut fi obținută prin cea mai bună frecare (la cald).

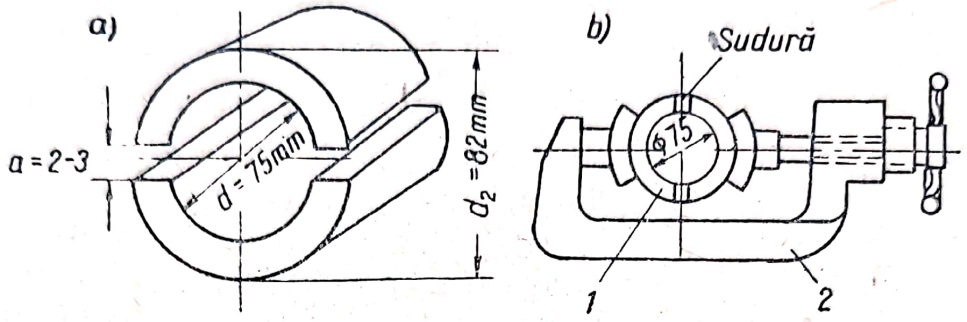


Fig. 36. Sudarea unei cămăși tăiate:
1 — cămașa sudată se va strunji la $d_{nom} = 80$ mm; *2* — dispozitiv de strîngere.

Utilizarea cleiurilor de marca BF sau a cleiului carbinolic pentru îmbinarea pieselor suplimentare este admisibilă numai pînă la o temperatură limită de lucru $t = 60 \ldots 70°C$, unele mărci de clei BF putînd fi utilizate și la temperaturi sub zero grade.

Gradul de aderență realizat prin lipirea bucșelor este pentru mărcile de cleiuri menționate 200—300 kg/cm², ceea ce asigură posibilitatea transmiterii unor momente sau forțe exterioare mari. Îmbinarea prin încleiere se face cu un ajustaj A_5/C_5, suprafețele nefiind prelucrate fin, deoarece asperitatea mărește adeziunea cleiului.

RECONDIȚIONAREA PIESELOR UZATE PRIN METODA SCHIMBĂRII PLASTICE A FORMEI

Uzura bucșelor și a bolțurilor mici poate fi compensată, respectiv, prin umflarea sau refularea pieselor sub o presă sau pe banc, materialul piesei fiind adus în timpul efectuării acestor operații pînă la starea de plasticitate. Rezultă, deci, că această metodă este utilizabilă numai pentru repararea pieselor mărunte și cu pereți subțiri, din materiale plastice ca: bronzuri, alame, calități de oțeluri moi.

Bucșele de bronz întregi, uzate pe diametrul interior, se refulează în așa fel, încît prin micșorarea diametrului exterior să se compenseze uzura suprafeței interioare, lăsîndu-se și un adaos

pentru prelucrarea ei. Diametrul exterior micșorat se îngroașe apoi prin încărcare, folosind una din metodele cunoscute, metalizarea, îmbrăcarea cu cămașă de oțel, încărcare cu sudură etc.

În fig. 37 este arătat schematic procesul de refulare a unei bucșe într-o matriță simplă, demontabilă cu atacare conică. Bucșa este împinsă prin deschiderea matriței, datorită forței presei și se micșorează simultan ca diametru exterior și interior și într-o mică măsură și ca înălțime.

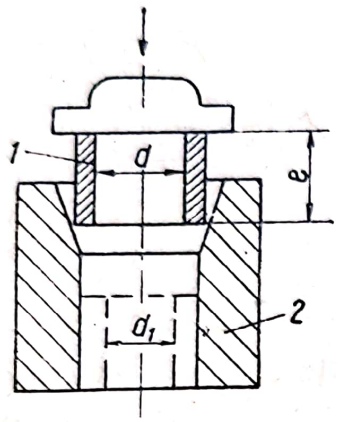


Fig. 37. Refularea bucșei într-o matriță:
1 — bucșa înainte de refulare; *2* — matrița.

Deoarece în acest caz lipsește dornul, suprafața interioară este obținută cu ondulații și necesită alezare.

Pentru ca bucșa refulată să păstreze după scoaterea ei din matriță numai un minimum de tensiuni elastice, este necesar ca:

1) materialul în toate secțiunile ei să fie adus în cursul procesului de refulare pînă la o tensiune aproximativ egală cu limita de curgere;

2) materialul matriței să fie considerabil mai dur decît materialul bucșei.

De aceea, pentru a evita ecruisarea materialului bucșei în zona din apropierea diametrului interior, refularea la rece a bucșelor după schemă (din fig. 37) trebuie limitată la următoarele condiții:

a) grosimea peretelui s să nu depășească $\frac{d}{2}$;

b) lungimea bucșei l să nu fie mai mare de $2d$;

c) adîncimea uzurii care se compensează să fie mică.

Cuzineții de bronz cu pereți subțiri, din două bucăți, pot fi de asemenea recondiționați prin refulare, în care scop ei trebuie prinși într-o brățară în prealabil.

O altă metodă de refulare a bucșelor se face prin presare pe diametrul exterior cu o serie de role. Bucșa se fixează în bacurile strungului și se rotește (fig. 38).

Dispozitivul cu role se fixează pe suport. Strîngînd cu o pîrghie rola superioară și transmițînd întregului suport o deplasare longitudinală, se micșorează prin presare diametrul interior și exterior al bucșei, recondiționînd astfel diametrul interior. Ulterior, bucșa se metalizează la exterior.

Într-o serie de subansamble de mașini, bucșele lucrează la uzura suprafeței lor exterioare și trebuie deci recondiționate prin îngroșarea diametrului exterior. Metoda schimbării plastice

Scanned with OKEN Scanner

a formei poate fi utilizată și în aceste cazuri sub formă de umflare a bucșei. Această evazare poate fi efectuată atît sub presă cît și pe strung.

Pentru a crea o deformare plastică în toate punctele secțiunii bucșei, trebuie exercitată asupra suprafeței sale interioare o presiune (în kgf/cm²),

$$P = \frac{2\sigma_c}{\sqrt{3}} \ln \frac{D}{d}$$

în care: σ_c este limita de curgere a materialului bucșei.

La o lungime a suprafeței de contact a poansonului cu bucșa l_1 și un coeficient de frecare μ, forța presei se determină cu ecuația

$$Q = \mu\pi d l_1 P = \mu\pi d l_1 \frac{2\sigma_c}{\sqrt{3}} \ln \frac{D}{d}$$

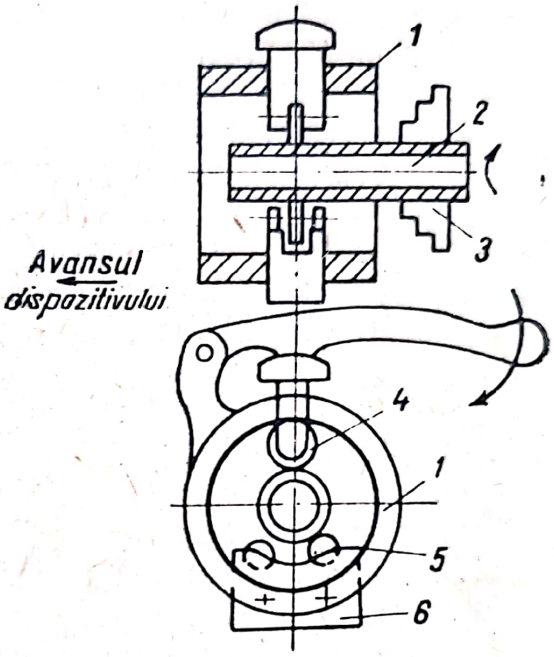


Fig. 38. Refularea bucșei cu ajutorul unui dispozitiv cu role:
1 — dispozitiv; *2* — bucșa ce se refulează; *3* — bacurile strungului; *4* — rolă de strîngere; *5* — rolă de susținere; *6* — suport.

Deci, pentru realizarea efectivă a procesului de recondiționare a bucșelor prin umflare, la valori nu prea mari de presare și fără ecruisare, trebuie să se limiteze domeniul de utilizare al acestei metode la grosimi ale pereților ($s < 0{,}5\,d$) și compensarea unor uzuri neînsemnate ($i < 0{,}1-0{,}2$ mm). Bucșele de oțel trebuie evazate la cald, micșorînd astfel de 5—6 ori limita de curgere și deci și forța Q.

RECONDIȚIONAREA PRIN SUDARE A PIESELOR CU SUPRAFAȚĂ DEGRADATĂ

Degradarea integrității pieselor se întîlnește de obicei sub formă de fisuri și crestături și ajunge mai rar pînă la ruperea piesei în bucăți.

Proprietățile mecanice mai slabe ale metalului pieselor turnate, în comparație cu piesele forjate sau prelucrate din laminate, determină necesitatea rezolvării în practica de reparație de preferință a problemelor de recondiționare a pieselor turnate degradate prin formare de fisuri și mai ales a pieselor de fontă.

Repararea pieselor de fontă prin sudare

Sudarea fisurilor sau crestăturilor în piese de fontă se poate face prin metodele tehnologiei de turnare adică prin turnarea metalului topit în golul format după strunjirea fisurilor, cu încălzirea simultană a masei principale de metal. Însă, în afară de o serie de dezavantaje, metoda de reparație prin turnare este greu de folosit în fabricile chimice, care nu dispun întotdeauna de secții proprii de turnătorie.

Metoda universală de reparație este în acest caz sudarea cu gaze sau cu arc. Metodele principale de sudare a fisurilor, sufluri-lor și altor defecte ale pieselor de fontă uzate se pot clasifica în felul următor:

I. Sudarea cu flacără de gaze și oxigen folosind vergele de adaos din fontă:

1) sudarea la rece fără încălzirea piesei;

2) sudarea semi-caldă cu încălzire locală a piesei în zona de sudare;

3) sudarea la cald, cu încălzirea întregii piese.

II. Sudarea cu arc electric:

1) sudarea la rece cu electrozi de oțel;

2) sudarea la rece cu electrod de cupru, bronz sau metal monel;

3) sudarea la rece cu electrod combinat cupru-oțel;

4) sudarea semi-caldă cu electrod de fontă;

5) sudarea la cald cu electrod de fontă.

Alegerea metodei de sudare este determinată de: 1) condițiile tehnice impuse piesei care se recondiționează, adică, în primul rînd caracterul solicitării piesei în timpul funcționării (gradul de dinamicitate) etanșeitatea necesară, caracterul prelucrării piesei după sudarea defectului etc.; 2) gabaritul și greutatea piesei, precum și de configurația ei; 3) aparatura de încălzire disponibilă.

Procesul tehnologic de raparație prin sudare, după oricare din metodele de mai sus, începe cu punerea în evidență a defectelor piesei; mai ales în cazul fisurilor se determină lungimea, lățimea și adîncimea lor.

Metodele obișnuite de punere în evidență a fisurilor sînt proba cu petrol sau defectoscopia magnetică, despre care s-au dat o serie de date în capitolul XI. Fisurile pe piesele de mașini prelucrate pot fi de asemenea puse în evidență repede și destul de net prin corodarea suprafeței cu acizi diluați, de exemplu cu acid sulfuric 15%, sau cu un amestec de acid sulfuric și acetic. Muchiile

Scanned with OKEN Scanner

fisurilor se întunecă la corodare pe toată întinderea lor și sînt astfel ușor puse în evidență. Pentru stabilirea adîncimii fisurilor se fac cîteva găuriri cu un burghiu avînd un diametru de 10—12 mm (la piese mici) sau cu diametrul de 18—20 mm (pentru piese mari).

Accesibilitatea din ce în ce mai mare a radioscopiei cu raze γ permite să se afirme că ele își găsesc utilizare și în scopurile indicate în această lucrare.

Pregătirea fisurilor puse în evidență, pentru sudare, se face îndeplinind succesiv o serie de operații:

1) găurirea capetelor fisurii pe toată adîncimea cu un burghiu cu diametrul de 8—12 mm;

2) crățuirea metalului de-a lungul fisurii pe o adîncime care depășește cu 2—3 mm adîncimea fisurii propriu-zise, baza canalelor trebuind să fie rotunjită (fisurile pătrunse trebuie bineînțeles crățuite pe ambele părți);

3) prelucrarea marginilor pînă la formarea unui unghi cu deschidere de 90°;

4) curățirea mecanică și degresarea locului de sudare cu o soluție caldă de 10% sodă caustică.

Secțiile de reparație nu dispun de obicei de dispozitive de încălzire care să poată cuprinde piese mari și acest inconvenient limitează domeniul de utilizare al metodelor de sudare la cald cu arc sau cu gaze și oxigen, mai ales la repararea pieselor mărunte. Numai în cazuri excepționale de reparare a unor piese mari și deosebit de importante, se poate improviza un dispozitiv de încălzire primitiv. De aceea, fără a considera mai departe pe larg metodele de sudare la cald, se vor indica numai parametrii de bază ai acestor procese: încălzirea uniformă și înceată a pieselor se face într-un cuptor pînă la temperatura de 600—700°C și în nici un caz peste 750°C. Piesa încălzită se sudează cu vergele de fontă marca MM (sudare cu gaze) sau cu electrozi de fontă (sudare cu arc), sudarea trebuind să se termine cel puțin la 450°C. Încălzirea piesei în limitele de temperatură indicate permite să se mărească considerabil viteza de sudare, fără o creștere prea mare a tensiunilor termice la sudare. Etanșeitatea cusăturii, rezistența la șoc a metalului aplicat prin sudare, gradul de aderență pe metalul de bază și capacitatea de prelucrare este considerabil mai mare în cazul metodelor de sudare la cald decît pentru cele la rece.

Metodele de sudare semi-caldă, atît cu arc electric cît și cu gaze și oxigen, au o utilizare mai largă, deoarece permit să se lucreze fără dispozitive speciale de încălzire, utilizînd dispozitive de încălzire mai simple.

Scanned with OKEN Scanner

Încălzirea locală a zonei de sudare pînă la temperatura de 250—450°C se poate face cu ajutorul unei vetre de forjă scoasă în afară, cu ajutorul arzătoarelor de gaz, a inductorilor sau a unui arc de cărbune, independent.

Sudarea semi-caldă este deosebit de recomandabilă la repararea pieselor cu configurație complicată, cu grosime variabilă a secțiunii și la sudarea defectelor la piese turnate masive și rigide.

Tabela 13

Electrozii CIF4

Domeniul de utilizare	Pentru sudarea pieselor turnate din fontă cenușie				
Marca vergelelor după GOST 2671-44	Compoziția chimică a vergelelor de fontă, în %					Compoziția învelișului (părți greut.)
	C	Mn	Si	S	P	
B	3,0—3,6	0,5—0,8	3,6—4,8	< 0,08	0,3—0,5	Cretă ..... 25 Fluorspat..... 25 Grafit ..... 44 Feromangan..... 9 Silicat de sodiu (în % față de suma celorlalți componenți) 25—30
Diametrul electrodului, mm			6	8		
Grosimea învelișului, mm			0,5—0,7	0,7—1,0		

Regimul de uscare și calcinare	Uscare la 15—25°C timp de 24 ore Călire la 150—200°C timp de 3—4 ore
Felul curentului	Continuu sau alternativ
Poziția cusăturii la sudare	Sudarea este posibilă în poziție orizontală
Lungimea arcului	Medie

Intensitatea de curent recomandată, A				Coeficientul de încărcare cu sudură 15 g/Ah.
Diametrul electrodului, mm	5	6	8	
Intensitatea curentului, A	180—200	220—250	300—350	Trecerea metalului vergelei în sudură 70%

Încălzirea prealabilă a pieselor sudate	Condițiile de răcire a pieselor după sudare
Înainte de sudare piesele se încălzesc la 400—500°C. Se admite atît încălzire locală cît și încălzire generală, în funcție de caracterul construcției piesei. La sudarea pieselor cu grosimea pînă la 20 mm și temperatura de încălzire 400°C, volumul minim admisibil de	metal aplicat prin sudură este de 3—4 cm^3. Piesele cu formă simplă se răcesc după sudare în aer, fără curenți de aer. Se recomandă ca locul de sudură să fie acoperit cu azbest. Duritatea metalului aplicat prin încărcare cu sudură să nu depășească 212 *HB*.

Pentru sudarea cu arc semi-caldă, efectuată aproape exclusiv cu curent continuu, se utilizează electrozi de fontă cu diametrul de 5—8 mm, cu înveliș special.

Se pot menționa următoarele tipuri de electrozi mai răspîndiți:

1) electrozi OMS 1 cu înveliș, care conțin grafit, cretă, feldspat, feromangan. Cu această marcă de electrozi corespunde în general marca de uzină CF 4, răspîndită în fabricile de utilaj chimic; în tabela 13 sînt indicate regimurile de sudare cu acești electrozi;

2) electrozi ȚS 1 (ȚNIITMAȘ) cu înveliș conținînd bioxid de titan;

3) electrozi CF 5 (fabricile de utilaj chimic) cu înveliș conținînd mai ales ferosiliciu, țunder de fier, grafit, aluminiu.

Se poate utiliza de asemenea metoda combinată de sudare semi-caldă propusă de A. M. M a x i m e n k o. Metoda de sudare combinată se efectuează cu ajutorul unui suport special cu trei capete pentru electrozi.

În suport se fixează doi electrozi: unul de fontă și altul de grafit, îndreptați în direcții diferite în raport cu suportul. Rotind suportul și îndreptînd unul sau altul dintre electrozi spre piesa sudată, se poate trece repede de la încălzire la sudare. Pentru încălzire cu un arc electric independent, se așază pe piesa ce se sudează (de-a lungul cusăturii) o placă de grafit și se stabilește un arc între marginile acesteia, așezate lîngă cusătură și electrodul de grafit.

La începutul sudării cu electrozi de grafit se topesc marginile fisurii și se încălzește metalul, apoi se rotește suportul și se efectuează sudarea fisurii cu electrodul de fontă. În cursul sudării trebuie să se treacă de cîteva ori de la electrodul de grafit la electrodul de fontă și invers.

Sudarea la rece este, din punct de vedere tehnologic, metoda cea mai simplă de sudare a defectelor și dă în cazul utilizării metodei cu arc electric, a unor electrozi speciali (de exemplu combinați) și a unor regimuri raționale, rezultate satisfăcătoare pentru majoritatea cazurilor de reparații.

Sudarea fontei în stare rece cu electrozi de fontă dă rezultate puțin satisfăcătoare, deoarece la o viteză mare de răcire, caracteristică pentru această metodă de sudare, metalul aplicat prin sudare este dur, casant și extrem de poros, iar metalul zonelor înconjurătoare se caracterizează de asemenea printr-o rezistență la rupere scăzută.

Scanned with OKEN Scanner

De aceea, sudarea la rece a fontei se face cu electrozi din alte metale, respectiv oțel, cupru și aliaje de cupru, care formează un strat de sudură relativ dens și rezistent.

Mărirea rezistenței cusăturii uzate, importantă mai ales la sudarea fisurilor pătrunse, în piese care lucrează la solicitarea dinamică, se poate realiza utilizînd știfturi de întărire, așezate decalat. Numărul de știfturi se determină din calcul:

$$\Sigma f_{ad} = \frac{1}{6} f_m,$$

în care: f_{ad} este suprafața secțiunii unui știft;

f_m — suprafața muchiilor.

Diametrul știfturilor d se alege în limitele 6—14 mm, iar pasul pe un rînd $t = (4...5)\ d$.

Distanța dintre rînduri $a = 2d$ (fig. 39).

Știfturile ies în afară față de suprafața muchiilor cu 3—5 mm. Pe această înălțime (3—5 mm) se face și umplerea cu sudură la prima trecere, respectiv cu electrod de oțel cu înveliș grafitizant. Cusătura de oțel, care încarcă toată suprafața muchiilor, permite aderarea stratului de sudură nu numai cu stratul de fontă decarbonizat al muchiilor, dar și cu masa de bază a piesei, prin intermediul știfturilor.

La a doua trecere, încărcarea se face cu electrozi obișnuiți cu înveliș gros, încărcîndu-se capetele laterale ale știfturilor cel puțin pe o grosime de 2—3 mm. Cu această metodă s-a reușit adesea să se recondiționeze porțiunile de schelet deteriorate la avaria mașinilor care lucrează foarte neliniștit (de exemplu, suporții și traversele valțurilor), roți dințate mari cu fisuri pe bandaj sau pe spițe ș.a.

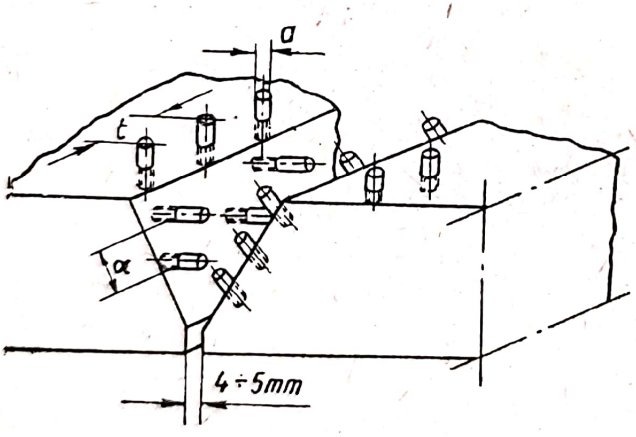


Fig. 39. Pregătirea înainte de sudură a unei fisuri pătrunse, prin aplicarea unor știfturi filetate.

La sudarea fisurilor din fontă, cu electrozi de oțel, se observă o creștere apreciabilă a durității în zona de sudare, datorită decarburării fontei și îmbogățirii oțelului în carbon (duritatea ajunge pînă la $HB = 300 \ldots 400$). Datorită acestui fapt, aceste cusături se prelucrează foarte greu.

Scanned with OKEN Scanner

Deosebirea dintre metalul de bază şi metalul electrodului micşorează aderenţa între stratul aplicat prin sudare şi stratul de bază. Acest inconvenient se elimină parţial, utilizînd învelişuri grafitizante, care permit „acoperirea cu fier" a straturilor marginale de fontă, adică formarea unei structuri intermediare între fontă şi oţel.

Un înveliş corespunzător, pentru electrozi din sîrmă de oţel cu conţinut scăzut de carbon marca 08, este următoarea pastă:

	% în greutate
ferosiliciu 45%	55
cretă	10—12
grafit argintiu pe sticlă solubilă	30—35

În afară de utilizarea sudării cu electrozi singulari, se mai utilizează metoda mai productivă de sudare cu un fascicul de electrozi de oţel cu diametru mic (pînă la 20 buc. cu diametrul 2 mm, într-un fascicul) cu învelişuri de tipul menţionat mai sus.

Fisurile adînci sau late se sudează prin două treceri: 1) încărcarea prin sudare pe muchii cu electrod de oţel şi înveliş grafitizant; 2) sudarea restului de suprafaţă cu electrozi de oţel obişnuit, de bună calitate, cu înveliş gros.

Ambele treceri se realizează prin sudarea cordoanelor pe porţiuni, prin împrăştiere, pentru a micşora încălzirea piesei.

Din aceleaşi considerente, trebuie utilizaţi electrozi de diametru mic şi, în consecinţă, intensităţi mici de curent.

Regimurile recomandate pentru sudarea la rece cu electrozi CF 1 (după datele de uzină) sînt redate în tabela 14.

Încărcarea prin sudare a fisurilor cu electrozi de cupru sau monel, avînd secţiunea pînă la 6 ×6 cu înveliş de cretă, confecţionaţi din tablă sau bandă metalică, duce la formarea unor cusături dense, uşor de prelucrat, dar nu prea rezistente.

Pentru economie de metal monel, fisurile adînci se sudează în două faze: 1) într-un strat cu electrozi de monel; 2) în al doilea strat cu electrozi de oţel cu diametrul 4—5 mm, cu înveliş gros.

Dintre metodele cele mai recomandabile de sudare la rece cu arc electric a fontei fac parte diversele metode de încărcare prin sudare cu electrozi combinaţi.

Îmbinarea în baie a metalului de încărcare topit, format din cupru şi oţel, permite să se obţină cusături dense, suficient de rezistente şi care se prelucrează satisfăcător.

Combinarea cuprului şi oţelului pentru formarea electrozilor poate fi realizată în felul următor:

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 14

Electrozii CIF 1

Domeniul de utilizare				Pentru sudarea pieselor turnate din fontă cenuşie
Materialul sîrmei				Compoziţia învelişului, în % greutate
Electrozi marca Sb 0,8 şi 0,8A GOST 2246-54				Ferosiliciu 50
Diametrul electrodului, mm	3	4	5	Grafit argintiu 37
Grosimea învelişului, mm	0,7—1,0	1,1—1,2	1,3—1,5	Cretă 13
Regimurile de aplicare a învelişurilor	Aplicarea învelişului se face în două straturi, cu răcire intermediară la temperatura camerei pînă la întărire completă şi cu uscare finală în cuptor electric la temperatura de 150—180°C timp de 20 min. Înainte de cîntărire ferosiliciul se calcinează în cuptor la 120—150°C timp de 2 ore.			

Felul curentului	Alternativ sau continuu				
Poziţia cusăturii la sudare	Orizontală	Diametrul electrodului, mm	3	4	5
Lungimea arcului	Medie	Intensitatea de curent recomandată, A	100—120	140—160	180—200

Observaţie. Sudarea defectelor pieselor din fontă turnată folosind electrozi cu conţinut scăzut de carbon şi înveliş grafitizant se admite numai în cazurile cînd nu se cere o densitate şi rezistenţă deosebită a metalului încărcat prin sudură.

a) prin îmbrăcarea unei ţevi de cupru peste o vergea de oţel (raportul cupru şi oţel 2 : 1);

b) prin înfăşurarea unei vergele de cupru cu o bandă de oţel (raportul cupru-oţel pînă la 4 : 1);

c) prin acoperirea unei vergele de cupru cu pastă conţinînd fier;

d) prin depunerea electrolitică a fierului pe o vergea de cupru;

e) prin utilizarea unui fascicul format din cîţiva electrozi de cupru şi oţel, metodă propusă prima dată de autorul inovator,

Tabela 15

Electrozii CIF 2

Domeniul de utilizare		Pentru sudarea pieselor turnate din fontă cenușie, fără preîncălzire			
Descrierea electrozilor		Electrozii constau din vergele de cupru, învelite într-o manta din tablă de oțel și acoperite cu un strat superficial de cretă			
Marca sîrmei	M1—M4	Marca tablei	Albă sau neagră		
Compoziția stratului de acoperire, % în greutate		Diametrul electrodului, mm	4	5	6
Cretă ..... 65—75 Sticlă solubilă ..... 35—25		Grosimea stratului de acoperire, mm	0,1—0,2		0,3
Regimul de uscare	15—25°C timp de 3—4 ore	Felul curentului	Continuu sau alternativ		
Poziția cusăturii la sudură	Orientată	Diametrul electrodului, mm	4	5	6
Lungimea arcului	Medie	Intensitatea de curent recomandată, A	180—250		

Observație. Sudarea se face la rece. Electrozii sînt indicați și pentru sudarea pieselor care lucrează sub presiune.

Nazarov, și în prezent utilizată pe larg în diverse variante (fasciculul Nazarov din două vergele de cupru și una de oțel într-un înveliș tip UONI 13/55; fasciculul SMZ al fabricii Frunze, format dintr-o vergea de fontă și una de monel; un fascicul dintr-un electrod de oțel cu înveliș și o vergea de cupru acoperită cu o foiță de alamă etc.).

Experiența acumulată în utilizarea sudării cu electrozi combinați a arătat că rezultatele cele mai bune se obțin cu electrozii de tip „a" și „b", care necesită însă o confecționare mai complicată și de aceea nu sînt întotdeauna accesibili. Datele principale despre electrozii de tip „b" sînt date în tabela 15.

Sudura cu fasciculul Nazarov în poziție orizontală dă rezultate destul de satisfăcătoare și, în cazul cînd electrozii de tip

Scanned with OKEN Scanner

„a“ şi „b“ sînt inaccesibili, ea poate fi fără discuţie recomandată la recondiţionarea pieselor de fontă.

Sudarea cu electrozi combinaţi se face de obicei într-un arc de curent continuu, la o intensitate a curentului pînă la 250 A.

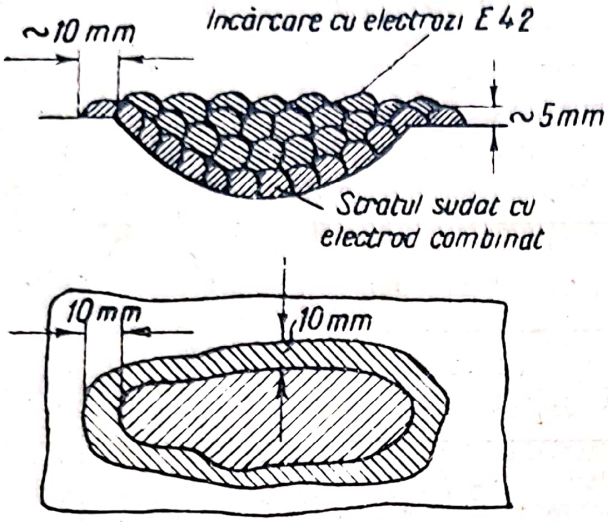


Fig. 40. Sudarea fisurilor în] două treceri.

Cordoanele se depun pe porţiunile respective în aşa fel, încît temperatura piesei în apropierea porţiunii unde se sudează să nu depăşească 60°C la pipăit. Grosimea primului strat este de circa 1,5—2 mm şi toate straturile se ciocănesc. În scopul economisirii de electrozi combinaţi, lucrul se împarte de asemenea în două faze (fig. 40): 1) 1 — 2 straturi cu electrod combinat şi 2) încărcare cu electrod din oţel tip E 42 cu diametrul 4 mm şi înveliş gros.

Repararea prin sudare a pieselor de bronz

Sudarea defectelor pieselor de bronz nu prezintă greutăţi.

Determinarea defectelor şi prelucrarea muchiilor se face cu aceleaşi operaţii, ca şi la sudarea fisurilor pieselor din fontă.

Piesele mari de bronz se recomandă să fie recoapte la o temperatură de 650°C după sudare şi apoi să fie răcite extrem de încet sub un înveliş izolant. Ca exemplu de sudare a pieselor de bronz se poate menţiona recondiţionarea rotoarelor de bronz ale pompelor centrifuge, deteriorate datorită cavitaţiei. S-a înregistrat efectuarea cu succes a sudării de reparaţie a rotorului unei pompe centrifuge cu greutatea 65 kg pe care s-au constatat pînă la 50 fisuri de cavitaţie cu lungimea de la 30 — 100 mm fiecare.

Se indică mai jos cîteva date cu privire la sudarea defectelor la piesele turnate din bronzuri speciale:

1. *Piese din bronzuri cu plumb* (BzPb 20 sau BzPb 30) se recondiţionează prin sudare cu electrozi neînveliţi din acelaşi bronz,

Scanned with OKEN Scanner

de preferat cu adaos de nichel, avînd, de exemplu, următoarea compoziție:

	%		%
Pb	25—26	Ni	0,3—0,4
Sn	6— 7	Cu	rest
Zn	1		

Electrozii se toarnă în nisip sub formă de vergele, cu lungimea de 250—300 mm și diametrul 5—7 mm. Sudarea cu arc electric se face cu curent continuu cu intensitatea de 200—250 A în poziție orizontală; grosimea unui strat format de sudură se limitează la 3—4 mm.

2. *Piesele din bronzuri de aluminiu și aluminiu-fier* (BAJ9-4 ș.a.) se sudează într-un arc de curent continuu cu intensitatea de 180—220 A cu polaritate inversă, folosind electrozi cu aceeași compoziție ca și metalul de bază, prevăzuți cu un înveliș special care dizolvă oxizii de aluminiu greu fuzibili (criolită și cloruri ale metalelor ușoare). Condiția primordială a sudurii de calitate pentru piese din bronzuri de aluminiu o constituie încălzirea locală pînă la 200—300°C[1]).

Repararea pieselor de oțel prin sudare

Necesitatea recondiționării pieselor de oțel cu degradări ale integrității se întîlnește relativ rar; se observă cazul degradării integrității arborilor prin formarea de fisuri în porțiunile supuse la forțe concentrate locale, adică 1) în jurul muchiilor canalurilor de pene, 2) în locurile de modificare bruscă a diametrului, de exemplu, la guler, 3) în locul de contact între fus și braț la arborii cotiți.

Reparația acestui gen de deteriorări se face cu succes prin sudare cu arc electric, cu electrozi de metal, într-un arc de curent continuu sau alternativ, respectîndu-se permanent regimul termic corect și pregătind în mod judicios porțiunea degradată.

Prioritatea în elaborarea tehnologiei reparării prin sudare a arborilor aparține creatorului sudurii cu arc electric cu electrod de metal N. G. Slavianov.

Sudarea de reparație a arborilor este răspîndită pe larg în industria modernă de reparare a vapoarelor[2]).

Metodele de punere în evidență a defectelor și pregătirea înainte de sudare rămîn principial aceleași, ca și în cazurile sudării

---

[1]) Bondarenco A. I. Хим. маш. № 3 (1939); Kagan I. Z. Хим. маш. № 9 (1939).

[2]) Benua F. F., Bogdanov A. M. Ремонт судовых вылов электродуговой сваркой. Речиздат, 1948.

Scanned with OKEN Scanner

pieselor turnate din fontă, cu singura deosebire că nu există necesitatea de a prelucra unghiul de deschidere al fisurii la mărimea de 90°, ci din contră, pentru sudarea fisurilor în piesele de oțel, deschiderea fisurii trebuie să fie minimă, necesară pentru pătrunderea electrodului și, deci, chiar la fisuri adînci se poate limita la un unghi de 50—70°.

Micșorarea tensiunilor interioare remanente în zona de sudare, echivalentă cu micșorarea deformării piesei, se obține prin:

1) stabilirea unei succesiuni corecte a aplicării cordoanelor de sudură;

2) ciocănire după fiecare strat;

3) încălzirea uniformă a piesei.

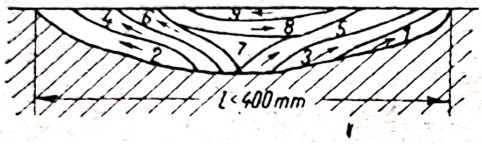


Fig. 41. Succesiunea sudării fisurilor scurte în piese din oțel.

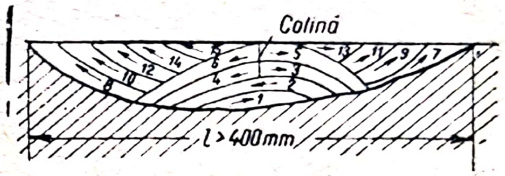


Fig. 42. Succesiunea sudării fisurilor lungi în piese din oțel.

Succesiunea recomandată la aplicarea cusăturilor este următoarea:

a) în cazul unor fisuri separate și care nu pătrund prin piesă, avînd o lungime mai mică de 400 mm, cordoanele de sudură cu înălțimea de 2—3 mm se aplică de la centrul fisurii (în lungime) în spre capetele ei, fiecare cordon următor acoperind lungimea celui precedent (fig. 41);

b) pentru fisuri separate și care nu pătrund complet prin piesă, avînd lungimea mai mare de 400 mm, se utilizează metoda de aplicare a cordoanelor în porțiunea de mijloc, cu dirijarea sudurii de complectare de la centru spre periferie (fig. 42).

În unele cazuri, caracterul degradării este de așa natură, încît trebuie sudate cordoane distribuite pe toată secțiunea transversală.

Îmbinarea prin sudură a celor două jumătăți ale unui arbore avariat se face cu electrozi de calitate, de diametru mic (3—4 mm), cu înveliș gros, în succesiunea reprezentată în fig. 43 și cu preîncălzire. Așezarea arborelui pentru sudură se face pe suport cu role, pentru a asigura rotirea și dilatarea liberă a acestuia.

Nu trebuie să se combine metoda de îmbinare prin sudare a bucăților unui arbore rupt cu alte metode mecanice de prindere, de exemplu, combinarea îmbinării sudate cu o îmbinare prin

Scanned with OKEN Scanner

filet (fig. 44), deoarece solicitarea va fi mai întîi preluată numai de cusăturile sudate și capacitatea de lucru a filetului este utilizată numai după ce cusătura efectuată prin sudare a suferit o deformație considerabilă.

Dispozitivele pentru sudare trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

a) posibilitatea asamblării precise a părților arborelui cu ajutorul comparatoarelor sau al altor instrumente;

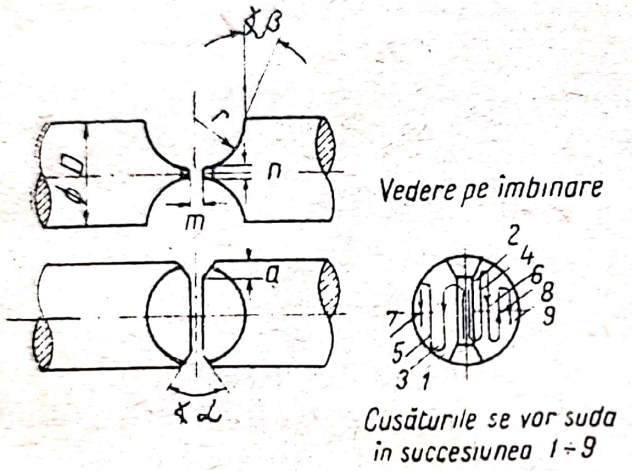


Fig. 43. Pregătirea pentru sudare a unui arbore rupt:

Observație: $r=5$ mm, $m=3$ mm, $n=2-3$ mm, $a = D/10$ mm, $\sphericalangle\beta = 10-12°$, $\sphericalangle\alpha = 60$.

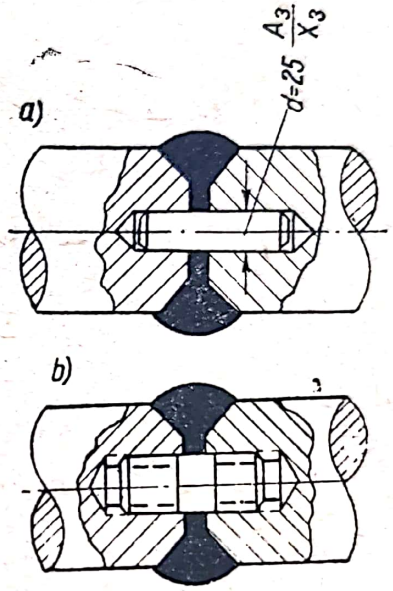


Fig. 44. Asamblarea și sudarea unui arbore rupt:

a — corectă (știftul de ghidare cu ajustajul A_3/X_3); *b* — incorectă.

b) asigurarea sudării în poziție orizontală;

c) comoditatea de măsurare a deformațiilor în cursul procesului de sudare, pentru asigurarea compensării lor;

d) evitarea deformării arborelui.

CAPITOLUL IV

BAZELE GENERALE ALE TEHNOLOGIEI REPARĂRII MAȘINILOR

În capitolul de față sînt tratate operațiile de reparație relativ generale pentru toate tipurile de mașini. Mai complet sînt descrise etapele de demontare și asamblare (montare) și foarte pe scurt sînt caracterizate prelucrarea de reparație și probele.

NOȚIUNI FUNDAMENTALE ÎN DOMENIUL DEMONTĂRII ȘI ASAMBLĂRII REPARAȚIILOR

Asamblarea este un proces tehnologic de îmbinare a pieselor unei mașini în alte unități de asamblare mai mari, inclusiv pînă la crearea mașinii complete, proces care este însoțit de operații de ajustare și control, care se sfîrșesc prin probarea mașinii.

Prin urmare, asamblarea constă din următoarele etape:

1) asamblarea pieselor în unități de asamblare (de subansamblu);

2) asamblarea ansambelor în mașina completă (generală);

3) ajustarea pieselor sau unităților de asamblare, care însoțește în unele cazuri asamblarea de la pct. 1 și 2 de mai sus;

4) operații de control pentru reglarea poziției reciproce a pieselor în unitățile de asamblare, sau așa denumitele controale;

5) probarea mașinii.

Demontarea este procesul invers, de desfacere a mașinii în unități de asamblare separate și mai departe în piese. *Unitatea de asamblare* de ordin inferior este o parte a mașinii, care constă din cîteva piese. Unitățile de asamblare, prin îmbinarea cărora se formează nemijlocit un mecanism complet, separat al mașinii („agregat“ sau „complet“), se numesc *subansamble*. Dacă aceste subansamble, la rîndul lor, nu sînt formate nemijlocit din piese, ci din unități de asamblare de ordin inferior, adică din altele mai simple, atunci acestea din urmă poartă denumirea de *grupe* de ordinul unu, doi etc.

Construirea mașinii din subansamble, grupe și piese este indicată în fig. 45.

Schema de construire a mașinii arătată mai jos nu indică cu care piesă sau grupă de ordin inferior este necesar a se începe asamblarea fiecărei unități de asamblare de orice ordin. De aceea, pentru întocmirea proceselor tehnologice de asamblare, se folosește o imagine grafică oarecum modificată a procesului de asamblare, în care la fiecare unitate de asamblare este reliefată acea piesă la care se îmbină celelalte piese care sînt cuprinse în această unitate. O astfel de piesă se numește piesă de bază.

În același mod, prin îmbinarea grupelor de ordin inferior într-o grupă de ordin superior sau într-un subansamblu, se reliefează grupa de bază și așa mai departe. Trebuie menționat că unitățile de asamblare nu corespund întotdeauna cu ansamblele constructive de calcul. Astfel, de exemplu, în mașinile cu mecanism bielă-manivelă, cel mai important subansamblu constructiv de calcul îl reprezintă „mișcarea“, adică subansamblul format

Scanned with OKEN Scanner

din arborele cotit sau arborele excentric, bielă, cap de cruce, tije și organul de lucru (de exemplu pistonul). Din punct de vedere al procesului de asamblare mai ales pentru mașinile mari, mișcarea nu poate fi privită drept ansamblu, dat fiind că piesele mai sus enumerate nu pot fi introduse în mașină, în decursul asamblării

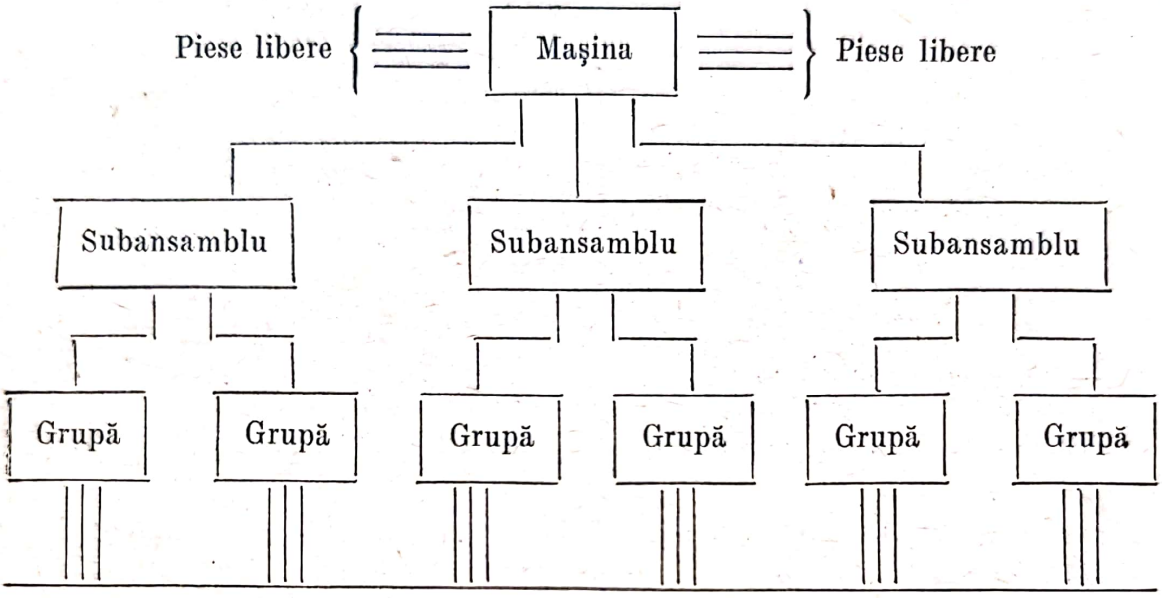


Fig. 45. Schema de construire a mașinii.

generale sub forma unui complet asamblat separat, adică sub forma unui subansamblu, ci sînt montate sub forma unor subansamble independente de un ordin oarecare: de exemplu arborele cotit cu bielele, după montarea carterului, capul de cruce, după îmbinarea batiului, tijele cu pistoane, după montarea blocului cilindrilor.

Chestiunea, care anume piesă și care anume grupă și subansamblu sînt de bază, se rezolvă în funcție de particularitățile constructive ale pieselor sau ale subansamblului, precum și în funcție de echipamentul de asamblare (dispozitive și scule). Astfel, de exemplu, la asamblarea grupei formate din piston cu tije și segmenți, procesul poate decurge începînd: 1) de la pistonul de bază la care se montează tija sau 2) de la tija de bază la care se montează pistonul. Alegerea pieselor de bază și a unităților de asamblare se face de către tehnologul care proiectează procesul de asamblare.

În fig. 46 *a* este arătată o metodă comodă de ilustrare a schemei procesului de asamblare folosit pentru o pompă de ulei.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru întocmirea unor astfel de scheme, se folosesc următoarele reguli:

1) direcția asamblării generale este arătată de o linie care merge de la stînga la dreapta (v. săgețile din fig. 46, *b*);

2) piesele sînt amplasate în stînga liniei de asamblare (în

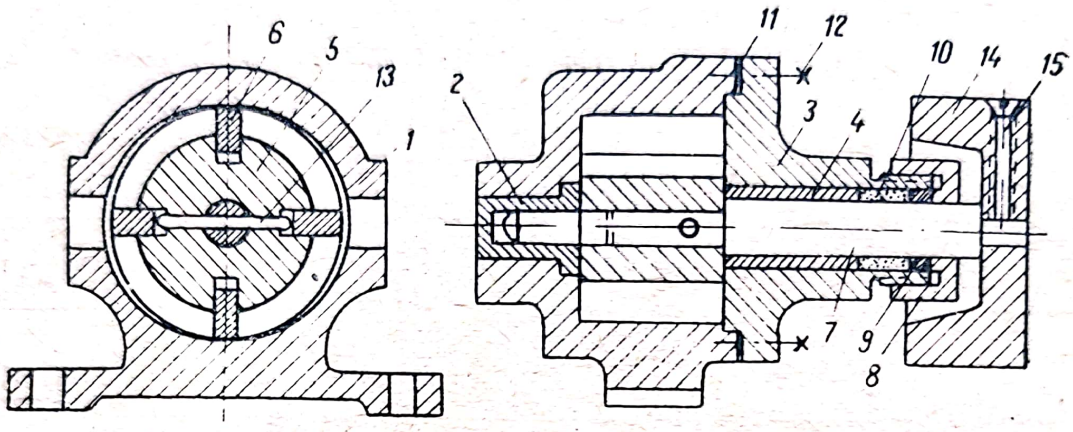


Fig. 46, *a*. Schema de asamblare și demontare a pompei de ulei.

direcția săgeții), iar subansamblele, grupele și alte unități de asamblare sînt amplasate în dreapta;

3) piesele și grupele sînt numerotate după specificațiile desenelor de ansamblu ale mașinii;

4) subansamblele au numerele lor după specificațiile desenului vederii generale a mașinii. Numerele pieselor sînt compuse, adică se scriu la dreapta numărul piesei, la stînga numărul grupei, iar și mai la stînga numărul subansamblului, ca de exemplu:

04 — — 26 — — — — — 13
subansamblu grupă piesă

Piesele care nu intră în componența grupei au, în numărul compus, în locul numărului grupei indicele 00, de exemplu: 04—00—03. În sfîrșit, piesele libere, care nu intră în componența nici unui subansamblu, sînt numerotate 00—00—07[1]).

5. Piesele, grupele și subansamblele sînt reprezentate prin dreptunghiuri despărțite în trei părți. În compartimentul posterior (după mersul asamblării) se scrie numărul piesei sau numărul grupei și subansamblului, în cel din mijloc denumirea, iar în cel anterior cantitatea de piese sau cantitatea de grupe și subansamble;

---

[1]) Fixarea indicilor pieselor mașinilor simple (care au un număr mic de piese) poate să se facă și prin alte metode (v. fig 46, *b*).

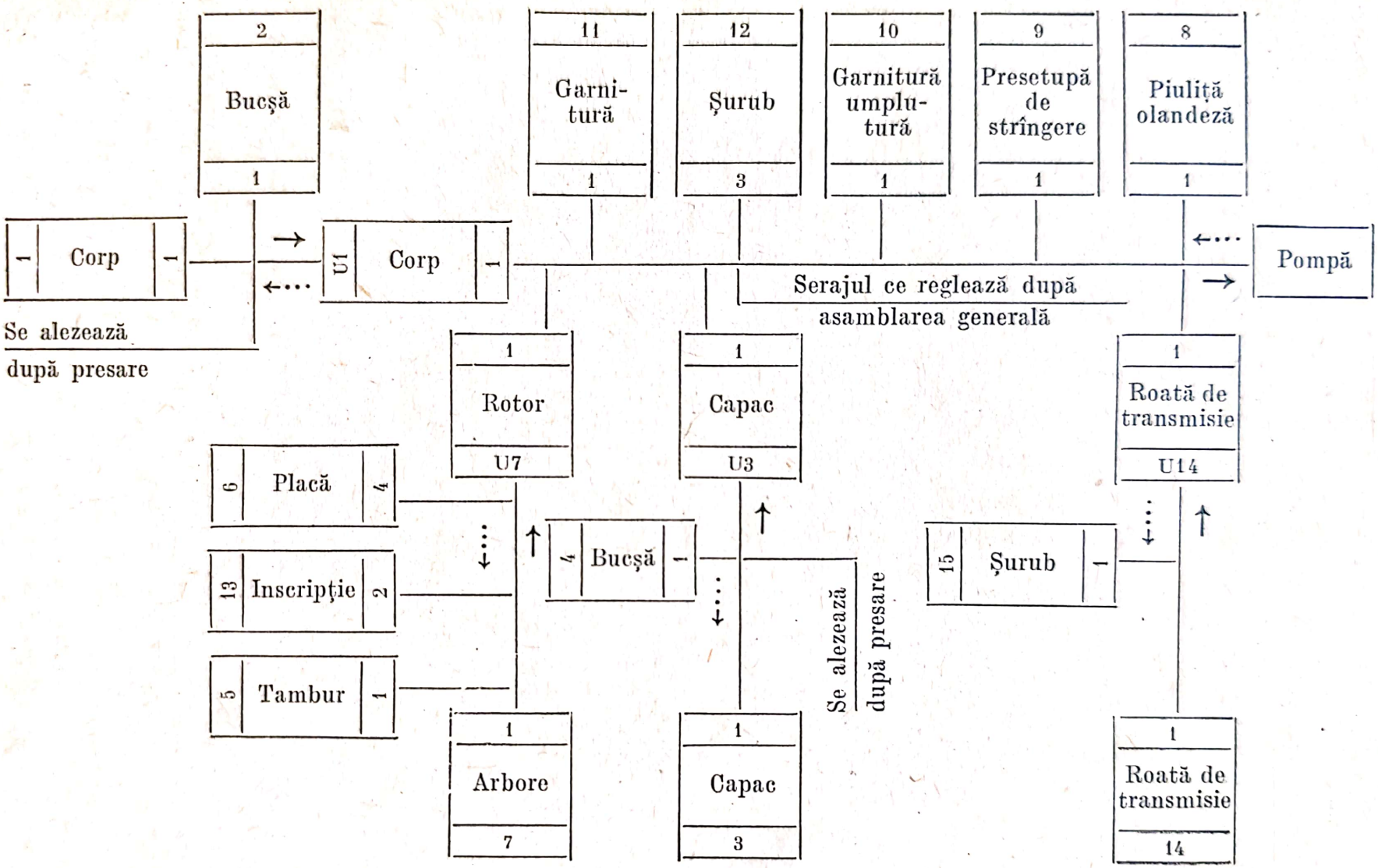


Fig. 46, *b*. Schema de demontare şi asamblare a pompei cu pinioane.

6) la punctele de îmbinare la linia de asamblare a pieselor sau a grupelor și subansamblelor, se fac note, care caracterizează suplimentar operația de asamblare.

Gradul de precizie al mașinii și subansamblelor acesteia, prescris de caietul de sarcini, se asigură în decursul asamblării prin diverse metode condiționate de precizia de fabricație a pieselor care sînt supuse asamblării și de construcția subansamblelor.

De aceea, asamblarea poate să se realizeze:

a. După principiul interșanjabilității totale a pieselor, adică fără operațiuni de ajustare.

b. După principiul interșanjabilității parțiale cu folosirea operațiilor de sortare. Varianta de sortare a asamblării constă în aceea că piesele confecționate cu toleranțe largi, în scopul ieftinirii prelucrării, se sortează pe grupe în decursul asamblării, fapt ce atrage după sine îngustarea (limitarea) cîmpului de toleranțe pentru fiecare grupă. Alegînd pentru fiecare unitate concretă de asamblare piesele conjugate din respectivele grupe combinate, se asigură poziția reciprocă a pieselor cu toleranțe limitate, prescrise pentru jocuri, strîngeri, seraj sau alte dimensiuni de asamblare.

c. După principiul asamblării cu compensatori; esența acestei metode constă în aceea că unitatea de asamblare, compusă din piese, se montează din n piese cu toleranțe largi, ieftine și dintr-o piesă; mai rar cîteva $(n—n)$ piese, ajustate sau reglate în decursul asamblării, care servesc drept compensatori. Astfel, de exemplu, toleranța la jocul frontal al rotorului unei pompe de ulei în corpul acesteia (v. fig. 46 *a*), poate fi menținută la o valoare limitată, în cazul toleranțelor largi ale corpului, capacului și rotorului (în direcția axei), datorită montării unor garnituri *11* de diverse grosimi.

d. După principiul ajustării individuale a pieselor.

În condițiile de reparație sînt posibile, practic, doar ultimele două variante ale asamblării.

Întocmirea proceselor tehnologice ale asamblării și demontării constă în următoarele:

1) stabilirea unei succesiuni raționale a asamblării (demontării) reprezentate grafic sub forma unei scheme a procesului tehnologic de asamblare;

2) o alegere fondată a categoriei tehnice de asamblare;

3) elaborarea regimurilor pentru fiecare operație de asamblare, ajustare sau control;

4) prevederea echipamentului tehnologic corespunzător cu

Scanned with OKEN Scanner

regimurile pe operații, adică a bancurilor, dispozitivelor, sculelor de asamblare și control;

5) întocmirea fișei de planificare a operațiilor de demontare (asamblare).

DEMONTAREA PENTRU REPARARE A MAȘINILOR

Procesul demontării normale în condițiile reparației rapide constă din următoarele operații:

1) stabilirea preliminară a degradărilor în timpul funcționării mașinii (adică înainte de oprirea pentru reparație);

2) demontarea generală în unități de asamblare separate, într-un volum impus de categoria reparației, pe locul unde este instalată mașina sau pe un banc special în hala de reparații unde, în acest din urmă caz, mașina este adusă fără a fi demontată;

3) stabilirea degradărilor în decursul procesului de demontare generală, pentru precizarea abaterilor de la poziția reciprocă prescrisă a unităților de asamblare;

4) demontarea unităților de asamblare separate în unități de asamblare mai reduse (grupe de ordin inferior) și, în sfîrșit, în piese separate pe locuri de muncă specializate;

5) stabilirea degradărilor în decursul demontării în piese. Rezultatele celor trei operații în trepte de stabilire a degradărilor (operațiile 1, 3 și 5) sînt consemnate în borderoul de stabilire a degradărilor la care se anexează schemele și schițele pieselor sau îmbinărilor defecte.

Stabilirea preliminară a degradărilor are drept scop lămurirea celor mai probabile focare de nerespectare a îmbinării normale a pieselor. Totodată se analizează înscrierile în jurnalele sau fișele de reparație, unde sînt consemnate rezultatele reparației anterioare sau datele controalelor dintre reparații.

Stabilirea preliminară a degradărilor cuprinde: observații asupra indicilor de funcționare reali ai capacității de lucru a mașinii, controlul prin tatonare sau prin instrumente termice speciale a temperaturii de încălzire a subansamblelor în frecare, controlul naturii bătăilor, vibrațiilor, șocurilor etc.

Indicii de funcționare ai mașinii, a căror analiză trebuie să conducă la o apreciere justă a locului și caracterului deteriorărilor probabile, care provoacă abaterea de la regimul normal, sînt într-atît de specifici pentru fiecare construcție și model de mașină, încît aici se vor da doar cîteva din cele mai simple exemple de folosire a acestor indici în scopul stabilirii degradărilor. În decursul exploatării concasoarelor cu valțuri, se uzează intens

Scanned with OKEN Scanner

bandajele valțurilor de concasare și se mărește jocul în îmbinările „fusul valțului—cuzinetul lagărului". Uzura acestor piese duce la micșorarea treptată a gradului de concasare, adică la creșterea granulației produsului de ieșire, lucru care poate servi într-o anumită măsură drept indice a stării mașinii la stabilirea preliminară a degradării concasorului, pînă la oprirea pentru reparație.

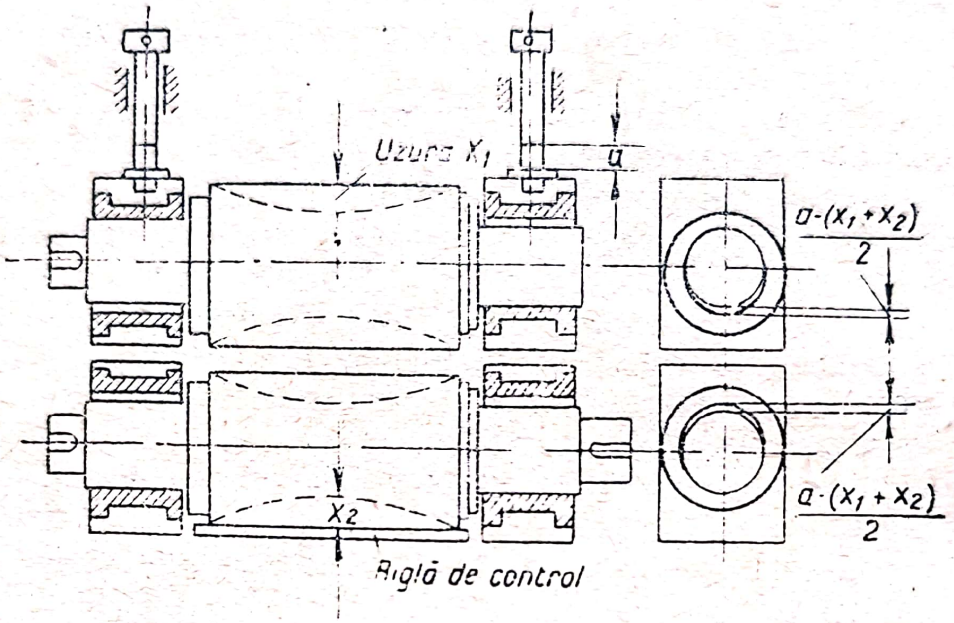


Fig. 47. Schema de stabilire preliminară a degradărilor valțurilor.

Uzarea bandajelor în lățime nu este uniformă; la extremități uzura este nulă, iar la mijloc—maximă (fig. 47). Aplicînd o riglă pe generatoarea fiecărui bandaj, găsim adîncimea uzurii pentru fiecare dintre ei pe latura x_1 și x_2; creșterea lățimii fantei de mijloc va fi $x_1 + x_2$. Pe de altă parte, dacă există repere pe cadranele (indicatoarele) (șuruburile de strîngere ale valțului mobil) gradate în funcție de finețea măcinării, este ușor de stabilit că pentru obținerea unei granulații limită, determinate, a bucăților, trebuie să se deplaseze valțurile cu a mm mai mult decît ar fi necesar în cazul mașinii neuzate; în acest caz atunci cînd $a > (x_1 + x_2)$, în afară de uzura bandajelor, are loc și uzura îmbinării cuzinet-fus

$$y = \frac{a - (x_1 + x_2)}{2}.$$

În consecință, uzura bandajelor, fusurilor și cuzineților lagărelor poate fi apreciată orientativ după indicii concasării, înaintea demontării mașinii.

Scanned with OKEN Scanner

Urmărirea temperaturii pieselor subansamblelor în frecarea lagărelor, culisoarelor, paralelelor etc. dă de asemenea indicații prețioase. Supraîncălzirea subansamblelor în frecare (adică prezența unei diferențe de temperatură între piesă și mediul ambiant mai mare de 40—50°C) indică în mod direct foarte frecvent uzura suprafeței de lucru a piesei în frecare, care mărește coeficientul de frecare și, corespunzător, lucrul mecanic de frecare.

În alte cazuri mai complicate (ungere circulatorie, instalații speciale de răcire a pieselor în frecare etc.), supraîncălzirea subansamblelor în frecare poate fi consecința deteriorării instalației de ulei sau a instalației de răcire. Controlul temperaturii pieselor în frecare se realizează în funcție de construcția acestora, cu simple termometre scufundate în rezervorul de ulei al lagărului, cu etalonul termic a cărui placă bimetalică se aplică la suprafața piesei și care acționează în calitate de termoelement asupra unui microgalvanometru sensibil cu scală gradată, cu vopsele termosensibile și în sfîrșit pur și simplu prin palpare.

Controlul acustic constă în depistarea diverselor bătăi și zgomote, auzite și cu urechea liberă, dar mai clar sezisate cu ajutorul stetoscoapelor. Un stetoscop de cea mai simplă formă este compus dintr-o tije (conductor de sunet) și o cască. Un stetoscop mai complicat este format din tija membranei amplificatoare, conductorul din tuburi flexibile și o cască capsulată (fig. 48).

Bătăile mașinii caracterizează mai ales jocurile în îmbinări, iar zgomotele sînt produse de vibrații. Controlul acustic reprezintă o comparație între intensitatea, timbrul și locul de producere a sunetelor și zgomotelor mașinii defecte și aceiași indici ai mașinii în cazul funcționării normale, executat în baza memoriei auditive și deci în funcție de experiența personalului.

Pentru analiza cauzelor concrete ale variației caracterului zgomotelor, este necesară nu numai aprecierea nivelului lor general în grade ci și analiza componentelor separate ale amplitudinii și frecvenței vibrațiilor.

Institutul Politehnic din Kiev[1]) a proiectat două tipuri de instrumente pentru descompunerea zgomotelor după frecvență:

1) spectrometrul cu un complet de 30 filtre, acordate la diverse frecvențe (2—500 Hz), cu un indicator care se comutează consecutiv și care măsoară valoarea instantanee a frecvențelor;

2) spectrometrul cu heterodină pentru frecvențe de la 400 pînă la 10 000 Hz, care asigură analiza succesivă a frecvențelor.

---

[1]) N. G. Gatin, A. M. Farber. Вестник машиностроения, Nr. 5 (1956).

Scanned with OKEN Scanner

Prin comparația frecvenței unui zgomot sau a altuia cu numărul de oscilații forțate (ale rotațiilor, deplasărilor etc.) ale diverselor elemente cinematice ale mecanismului, poate fi detectat acel element care provoacă zgomotul.

Demontarea generală, adică desmembrarea mașinii în unități de asamblare separate, reprezintă un complex de suboperații (treceri) pentru desfacerea în special a îmbinărilor demontabile (cu

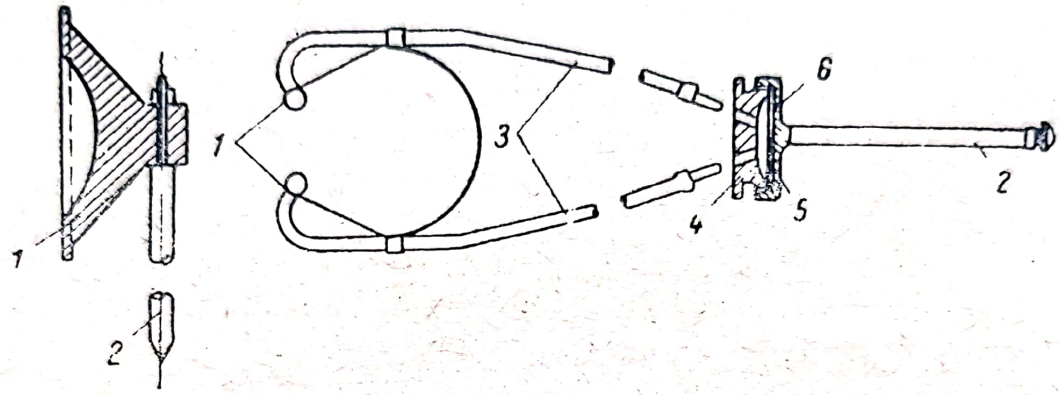


Fig. 48. Stetoscoape:
1 — cască; *2* — extremitate; *3* — tuburi de cauciuc; *4* — corp; *5* — capac; *6* — membrană de celuloid.

buloane, cu pene, avînd ajustaje libere sau de trecere), prin metoda de ridicare-cordaj pentru susținerea și îndepărtarea subansamblelor demontate. Astfel, de exemplu, demontarea generală a unei centrifuge cu electromotor, de tip coloană (fig. 49), constă din următoarele suboperații (însemnate cu *) de demontare și cordaj (numerele suboperațiilor sînt menținute și în figură):

1) desfacerea capacului (îmbinare cu mai multe buloane);
2)* ridicarea și scoaterea capacului;
3) desfacerea coșului (îmbinare cu un bulon);
4)* ridicarea și scoaterea coșului;
5) demontarea grupelor, care formează dispozitivul de frînare;
6)* scoaterea și îndepărtarea dispozitivului de frînare;
7) desfacerea conului interior de corpul statorului (îmbinare cu mai multe buloane);
8)* ridicarea și scoaterea subansamblului con-arbore (cu rulmenți, disc, deflector și altele);
9) desfacerea subansamblului crapodinei (îmbinare cu buloane la corp și cu ajustaj de trecere la rotor);
10)* scoaterea și îndepărtarea subansamblului rotorului și subansamblului crapodinei;

Scanned with OKEN Scanner

11) desfacerea corpului statorului de batiul cilindric (dacă aceasta este necesară după cele consemnate la stabilirea degradării);

12)* scoaterea corpului statorului;

13) desfacerea a trei subansamble ale suporților pendulari;

14)* suspendarea batiului cilindric în timpul executării suboperațiunii 13 și coborîrea acestuia pe postament.

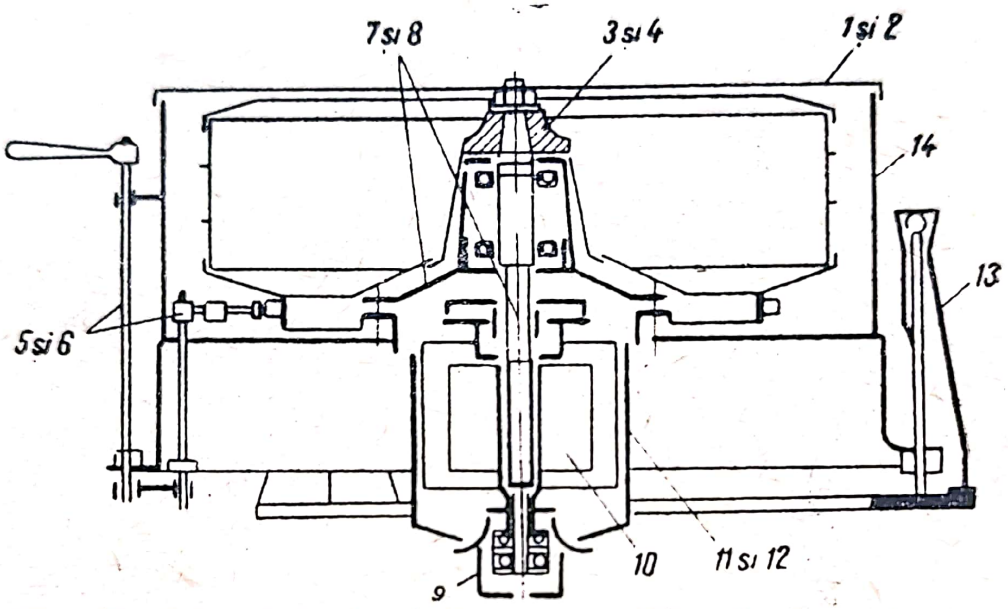


Fig. 49. Schemă de împărțire a operațiilor de demontare a unei centrifuge pendulare cu trei coloane.

În exemplul de mai sus demontarea generală constă din șapte suboperații de demontare și șapte de cordaj și astfel se pregătesc pentru demontarea pe subansamble la bancurile halei de operații 7—8 subansamble voluminoase.

Concomitent cu demontarea generală se realizează a doua treaptă a stabilirii degradărilor, care constă dintr-o serie de verificări, măsurători și controale. În exemplul arătat, după suboperația 2* se controlează cu indicatorul bătaia radială și frontală a coșului pe arbore și jocurile dintre bandajele coșului și cilindrul batiului; după 4*, etanșeitatea ajustajului coșului pe conul arborelui(după urmele de contact); după 6*, jocurile în îmbinările pîrghiilor dispozitivului de frînare; în decursul suboperației 10*, etanșeitatea îmbinărilor cu caneluri ale rotorului cu arborele etc.

Rezultatele celei de a 2-a trepte a stabilirii degradărilor se înscriu în borderou după notările făcute în timpul stabilirii preliminare a degradărilor la mașina în mers.

Cea mai mare greutate în decursul demontării generale de obicei este cauzată de suboperațiile privitoare la demontarea îmbi-

nărilor demontabile fixe, ca cele cu buloane, pene și cu ajustaje presate, ca urmare a murdăririi suprafețelor conjugate cu produse de coroziune, zgură și alte depuneri, mai ales în cazurile degradării pieselor de îmbinare (buloane, prezoane, pene, știfturi etc.).

Demontarea îmbinărilor cu buloane (buloane, prezoane, șuruburi) se face cu chei sau șurubelnițe care au (în cazul unui loc incomod de demontare) o formă specială (fig. 50).

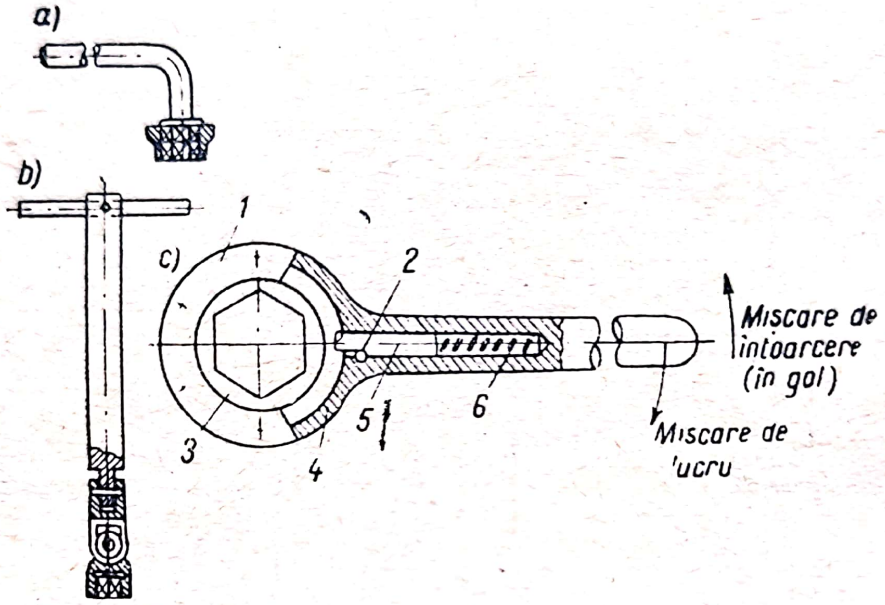


Fig. 50. Chei speciale pentru demontarea îmbinărilor cu buloane în locuri incomode:
a — cheie tubulară cu cot; *b* — cheie tubulară cardanică; *c* — cheie cu clichet; *1* — plăci de suprapunere; *2* — știft; *3* — inserție; *4* — corp; *5* — zăvor; *6* — arc.

Îndepărtarea prezoanelor în cazul unei uzuri sau coroziuni a extremității ce iese în afară se face sau cu o cheie obișnuită cu o înșurubare preliminară pe prezon a două piulițe obișnuite, sau cu ajutorul unor dispozitive speciale (fig. 51).

Extragerea prezoanelor sau șuruburilor a căror porțiune din exterior este ruptă se realizează prin diverse metode ajutătoare:

a) prin pilirea unei caneluri în partea frontală și deșurubarea cu o șurubelniță;

b) prin găurirea unui orificiu mic în partea frontală și prin filetarea în aceasta a unui filet invers, în care se înșurubează un bulon auxiliar după care se deșurubează prezonul;

c) prin sudarea la partea frontală ruptă a prezonului a unei bare etc.

Îmbinările cu filet care sînt intens corodate trebuie adeseori spălate cu solvenți (petrol lampant, o soluție caldă de sodă,

benzen etc.), a căror alegere depinde de produsele coroziunii sau zgurii.

Prin încălzirea acestor piese pînă la 150—200°C se ușurează în mod sensibil posibilitatea de desfacere; în acest caz, nu numai că se mărește jocul dintre piesele supuse demontării, dar și produsele coroziunii — care au un coeficient de dilatare mai mare decît cel al metalului — se desprind de pe suprafețele în contact. Încălzirea se folosește adeseori pentru deșurubarea piulițelor mari, strînse puternic la montare (piulițele coloanelor preselor etc.). La funcționarea îmbinărilor în medii intens agresive, toate aceste metode nu dau rezultat și este necesar a se utiliza tăierea sau găurirea.

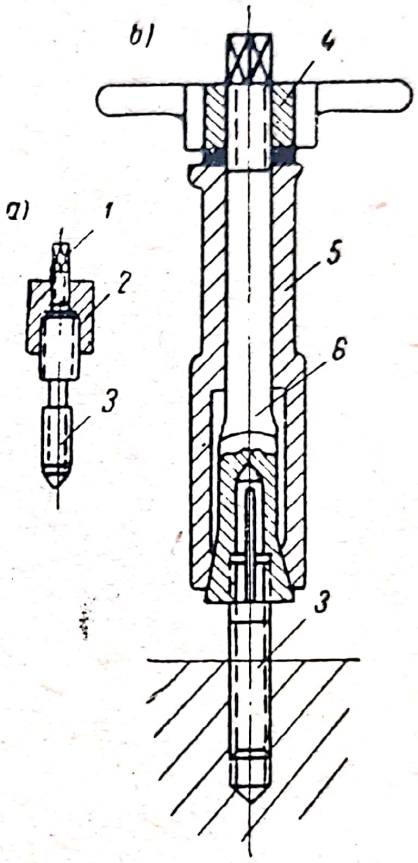


Fig. 51. Dispozitiv de deșurubare a prezoanelor: *a* — dispozitiv special: *1* — bulon limitator; *2* — mandrin-piuliță; *3* — prezonul supus deșurubării; *b* — cheie specială: *3* — prezon supus deșurubării; *4* — piuliță de strîngere; *5* — corp; *6* — tijă cu con tăiat.

Demontarea îmbinărilor cu pene, știfturi și cuie spintecate, în scopul accelerării lucrării, se execută cu scule speciale, ca de exemplu extractori de pene, cuie spintecate etc.

Demontarea îmbinărilor cu ajustaje sub tensiune se execută prin depresare cu efort static sau dinamic sau prin acțiune termică.

Dispozitivele cele mai simple pentru depresarea statică poartă numele de extractori, care sînt împărțiți după destinație în universali și speciali. Mecanismul și schema de funcționare a extractorilor sînt indicate în fig. 52.

Demontarea generală, datorită volumului de lucrări și timpului necesar pentru acestea, are o foarte importantă influență asupra mărimii timpului de imobilizare pentru reparații.

Mecanizarea demontării trebuie introdusă cu folosirea dispozitivelor de ridicat-cordaj mecanizate pe de o parte și, pe de altă parte, prin folosirea sculelor perfecționate de demontare. În ceea ce privește ușurarea suboperațiilor de cordaj, o măsură radicală reprezintă instalarea lîngă mașinile mari a unor dispozitive permanente de ridicat cum ar fi macaralele rotative, monoraiuri cu teleferice, grinzi pivotante.

Scanned with OKEN Scanner

Totuși, nu întotdeauna halele productive sînt dotate cu mijloace permanente de ridicat și transport necesare reparațiilor.

De aceea, au o utilizare largă dispozitivele de cordaj portative (deplasabile).

Accelerarea suboperațiilor de demontare propriu-zise (ridicarea de pe postament, depresarea etc.) se obține prin introducerea pe scară largă a instrumentelor portative electrice, pneumatice,

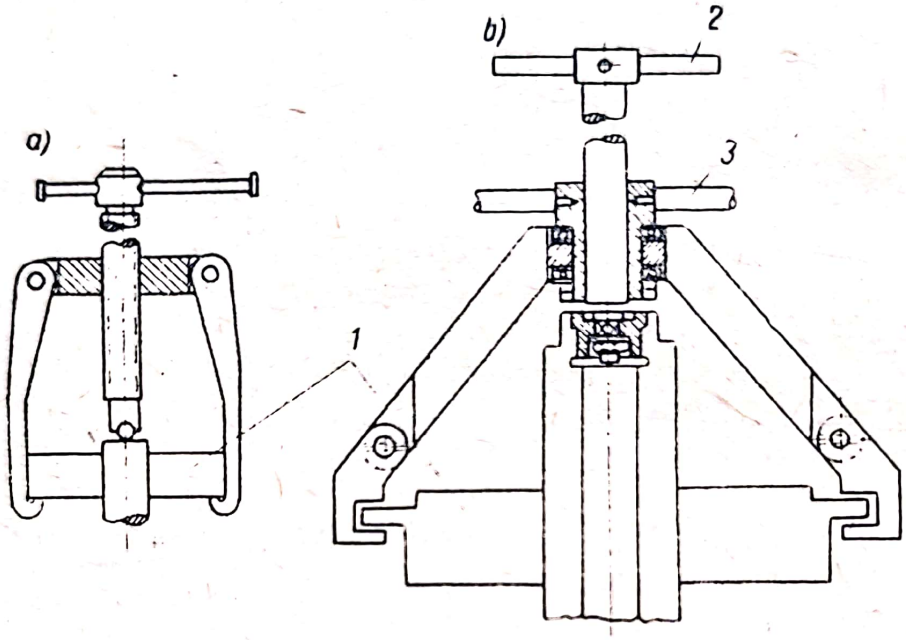


Fig. 52. Extractori:
a — extractor limitator simplu; *b* — extractor universal pentru presare și depresare; *1* — piesa extrasă; *2* — manetă pentru presare; *3* — manetă pentru depresare.

hidraulice, cum ar fi: înșurubători de piulițe, de prezoane, dispozitive de strîns hidraulice, și de asemenea a dispozitivelor manuale deplasabile, perfecționate, pentru demontare.

Demontarea detaliată în grupe și piese separate pentru schimbarea sau refacerea unităților defecte se realizează în halele de reparații pe locuri de muncă staționare și, de aceea, aceasta poate fi asigurată prin scule și dispozitive mai productive.

Etapa finală a lucrărilor de demontare constă în curățirea pieselor și stabilirea definitivă a degradărilor acestora, în decursul căreia se lămurește și se apreciază starea fiecărei piese, adică gradul de modificare a dimensiunilor acesteia, a formei, precum și a proprietăților materialului, în comparație cu caracteristicile nominale.

Scanned with OKEN Scanner

Defectele principale ale pieselor și îmbinării acestora, care sînt constatate în procesul demontării detaliate se caracterizează prin următoarele tipuri de abateri de la nominal:

1. Pierderea dimensiunilor inițiale. Acest defect se constată prin mijloacele obișnuite ale măsurătorilor tehnice a căror exactitate în condițiile de reparație, adică prin folosirea mai ales a instrumentelor universale de măsurat (șublere, micrometre, micrometre de interior, indicatoare), reprezintă 0,01—0,02 mm. Normele de rebutare, calculate în baza celor arătate în cap. II și a datelor experimentale trebuie să fie riguros fixate în fișele procesului tehnologic, pentru rezolvarea problemei referitoare la schimbarea piesei sau la metodica de recondiționare a acesteia.

2. Pierderea formei geometrice normale: a) elipticitate, conicitate, sau o formă de butoi a suprafețelor de revoluție; b) prelucrarea neuniformă a suprafețelor plane sau fasonate; c) încovoierea și torsionarea pieselor.

În cazul pct. a) defectul este determinat prin cîteva măsurători cu instrumente universale; în cazul pct. b) se folosește controlul după șabloane, iar pentru suprafețele plane control după riglă, sau folosind vopsea pe placa de control; în sfîrșit, în cazul pct. c) încovoierea este determinată prin metodele arătate pentru pct. b) și de asemenea cu ajutorul indicatorului (corpuri de revoluție) cu așezarea piesei în centrele dispozitivului de prindere a mașinii-unelte; torsionarea se determină cantitativ doar prin folosirea unor dispozitive speciale. Normele de rebutare de asemenea trebuie stabilite din timp pe bază de calcul și experimentare.

3. Modificarea mecanică a stratului de suprafață (variația durității ca urmare a încălzirii și a revenirii sau în cazul uzurii stratului dur, zdrobire etc.) se determină prin acționarea cu pila, cu o bară sau cu instrumentul etalon de comparație Nikolaev-Poldi precum și prin control (zdrobire). Prezența unor astfel de defecte reprezintă un motiv pentru rebutare chiar în cazul unor dimensiuni admisibile ale prelucrării după gabarite și formă, dat fiind că înrăutățirea proprietăților mecanice ale suprafeței fără îndoială că va scurta rezistența la uzură a piesei.

4. Alte degradări ale suprafeței, coroziune, topire, eroziune, sînt determinate vizual. Rebutarea pentru aceste motive se face după valorile absolute ale defectelor de tip 1 și 2.

5. Degradarea integrității (fisuri, găuri, scobituri) poate fi determinată prin control vizual (doar în cazul exteriorizării defectului la suprafață). Metode mai precise pentru determinarea acestor defecte sînt descrise în cap. X referitor la reparația

Scanned with OKEN Scanner

aparaturii chimice și pot fi folosite și pentru stabilirea degradărilor pieselor mașinilor.

Astfel, determinarea diverselor tipuri de degradări, provocate de uzură sau cauzate de avarii, este posibilă doar în condițiile îndeplinirii celor trei etape de stabilire a degradărilor; în decursul primelor două se determină mai ales nerespectarea jocurilor în îmbinări și deformarea poziției reciproce normale a subansamblelor, iar a treia servește pentru controlul vizual și măsurarea pieselor, precum și pentru determinarea defectelor de tip 1—5.

PRELUCRAREA PIESELOR PENTRU REPARAREA MAȘINILOR

Oricît ar fi de largi posibilitățile serviciului de reparații al uzinei în ceea ce privește schimbarea pieselor uzate cu altele noi din rezerve, totdeauna va fi necesar în procesul de reparații al fiecărei mașini un volum oarecare de prelucrare, care constă din trei tipuri de lucrări:

1. Prelucrarea la cotele de reparare a pieselor care nu se schimbă, a căror nomenclatură este diferită pentru diferite categorii de reparații.

2. Prelucrarea suplimentară sau mai exact prelucrarea finală a acelor piese de schimb noi care, în scopul micșorării nomenclaturii depozitului de piese de schimb, s-au păstrat cu un adaus de uzinare, care permite de a se folosi aceste piese conjugate cu alte elemente neînlocuibile supuse prelucrării la cota de reparații stabilită între acestea. Ca exemplu tipic de astfel de piese supuse unei prelucrări suplimentare pot servi segmenții de piston, strunjiți definitiv după diametrul cilindrului strunjit inițial și șlefuiți după lățimea canalelor pistonului. Acest tip de lucrări este foarte caracteristic pentru halele de reparații ale uzinelor chimice, deoarece nomenclatura largă a echipamentului din dotație, față de numărul mic de unități de piese ale fiecărei dimensiuni-tip, face necesar de a se prefera uzinarea pieselor de schimb cu un adaos, calculat la uzura maximă admisă a pieselor conjugate, în decursul întregului ciclu de reparație.

3. Prelucrarea pieselor mari care nu se schimbă și care sînt recondiționate în decursul reparației.

Toate aceste tipuri de lucrări în decursul reparației, independent de cauzele diferite ce stau la baza lor, precum și de caracterul operației, sînt asemănătoare în ceea ce privește:

a) un oarecare factor de necunoaștere la planificare, întrucît volumul de lucrări se precizează doar la demontarea după borde-

Scanned with OKEN Scanner

roul întocmit la stabilirea degradărilor; b) urgența de execuție, dat fiind că timpul necesar prelucrării determină într-o mare măsură perioada de inactivitate (imobilizare) a utilajului.

Prin urmare, la planificarea sarcinii sectorului de mașini-unelte, în ceea ce privește execuția și reparația pieselor de schimb, trebuie rezervat un oarecare număr de mașină-ore (circa 15—25% din fondul de timp planificat pentru funcționarea mașinilor-unelte) și totodată introduse la maximum metode și dispozitive ce accelerează prelucrarea, între care se menționează mai ales executarea prelucrării pieselor mari (batiuri de mașini-unelte, cilindri de compresori etc.) pe locul de funcționare a acestora, cu ajutorul dispozitivelor transportabile. Folosirea dispozitivelor în toate etapele procesului tehnologic de reparație, inclusiv în decursul prelucrării de reparație, reprezintă mijlocul principal de reducere a perioadei de inactivitate a utilajelor. De aceea, eficiența introducerii unor sau altor dispozitive, se determină nu într-atît prin reducerea cheltuielilor pentru reparația propriu-zisă, cît prin reducerea prețului de cost al producției de bază a uzinei datorită creșterii producției.

În locurile de producție unde fiecare mașină reprezintă un agregat independent, adică nu este legată rigid de altă mașină (de ex. mașina de frecat vopsea, presa etc.), economia realizată datorită reducerii perioadei de inactivitate la reparații, ca urmare a utilizării dispozitivelor, se calculează după cum urmează:

Dacă procentul cheltuielilor de regie fixe, în costul total al unității de producție de A ruble, reprezintă a %[1]), iar dacă perioadele de inactivitate la reparație se reduc de la b_1% la b_2%, atunci economia E_0 la unitatea de producție, ca urmare a menținerii valorii absolute a cheltuielilor de regie fixe în cazul unei producții crescînde, va reprezenta:

$$E_0 = \frac{aA}{100} \cdot \frac{b_1 - b_2}{100 - b_2}. \qquad (1)$$

Exemplu: A = 100 ruble pentru 1 t de produse la o normă planificată a perioadei de inactivitate;

a = 20% față de cheltuielile de regie fixe;

b_1 = 15% procentul planificat al perioadei de inactivitate la reparații;

b_2 = 10% procentul real al perioadei de inactivitate la reparații (obținut prin introducerea dispozitivelor);

[1]) Cheltuieli de regie fixe se numesc acele cheltuieli care nu se modifică datorită oscilației volumului de producție (de ex. întreținerea clădirilor, iluminatul etc.).

Scanned with OKEN Scanner

atunci:

$$E_0 = \frac{20 \cdot 100}{100} \cdot \frac{15-10}{100-10} = 20\,\frac{5}{90} = 1 \text{ rublă și } 11 \text{ copeici pentru } 1 \text{ t},$$

ceea ce înseamnă că prețul de cost s-a redus cu 1,1%.

Economia totală în decursul unui an va fi:

$$E_a = E_0 N - P \quad \text{sau} \quad E_a = E_0 \cdot N_p \frac{100-b_2}{100-b_1} - P \qquad (2)$$

în care: N este producția anuală a mașinii respective mărită în urma reducerii perioadei de inactivitate cu $(b_1-b_2)\%$ față de plan;

N_p — producția planificată, adică programul anual pentru mașina respectivă pînă la introducerea dispozitivelor;

P — cheltuielile anuale necesare introducerii de dispozitive, adică suma cheltuielilor de amortizare și exploatare.

Este evident că dispozitivele devin rentabile atunci cînd $E_0 N > P$. Luînd în considerare caracterul de masă al producției industriei chimice (N este mare), respectiva inegalitate este ușor satisfăcută aproape întotdeauna, adică economia datorită introducerii dispozitivelor care reduc perioada de inactivitate la reparație, practic acoperă întotdeauna chiar cheltuielile mari pentru confecționarea acestora. [În formulele (1) și (2) este neglijat efectul economic suplimentar datorit ieftinirii operațiilor de reparație, dat fiind că valoarea acestuia de obicei este mică în comparație cu economia E_a.]

În sectoarele industriei chimice cu producție continuă pe bandă rulantă, mai ales în cazul lipsei aparatelor de dublare în unele etape tehnologice, folosirea dispozitivelor de reparații poate da un efect și mai mare.

În categoria celor mai caracteristice dispozitive din punct de vedere al accelerării reparațiilor pot fi considerate dispozitivele de alezare a cilindrilor mașinilor cu piston și a altor orificii mari pe locul de funcționare, dispozitivele pentru șlefuit ghidajele batiurilor, pentru frezarea canalelor în piese mari fără demontarea acestora etc.

Concomitent cu dispozitivele de prelucrare a pieselor pe locul de lucru se folosesc pe scară largă dispozitive pentru unelte care asigură posibilitatea executării unor lucrări relativ complicate cu destinație specifică pe mașini-unelte de tip universal.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel de dispozitive sînt capetele șlefuitoare care se montează pe mașinile de rabotat longitudinal pentru șlefuirea plană, mecanismele de copiat pentru rabotarea dinților cu modul mare al pinioanelor pe mașinile de rabotat, capetele port-freză pentru tăierea pe strunguri a canalelor de pană la arbori etc.

LUCRĂRI DE AJUSTARE ÎN TIMPUL ASAMBLĂRII

Volumul lucrărilor de ajustare manuală la asamblarea de reparație este mare în comparație cu industria constructoare de mașini, datorită gradului scăzut de interșanjabilitate a pieselor. Lipsa unor mașini-unelte foarte precise în halele de reparații precum și a unor mașini-unelte speciale pentru prelucrare de finisare și a unei dotări incomplete cu dispozitive pentru calibrare, transpune o parte a finisării dimensiunilor și formelor în sarcina operațiilor de lăcătușerie și ajustare, cum sînt: dăltuirea, pilirea, șabăruirea, rectificarea, ajustarea, moletarea și în sfîrșit prelucrarea orificiilor de montaj.

Dăltuirea este cea mai grosolană din lucrările de ajustare și se execută manual cu o daltă și un ciocan în greutate de 400—800 g, sau mecanizat prin folosirea ciocanelor pneumatice de dăltuire RB-42, RB-43, RB-44 etc. La dăltuirea suprafețelor plane poate fi atinsă precizia de 0,3—0,5 mm adică fanta dintre suprafața plană și rigla de control, în ceea ce privește dimensiunile, se găsește între limitele de mai sus. Ciocanele funcționează la o presiune a aerului de 5—6 at și dau între 1500 și 4000 lovituri/min. Toate modelele mici ale ciocanelor RB, folosite în lucrările de ajustare, nu depășesc greutatea de 4 kg.

Pilirea se folosește la ajustarea suprafețelor plane și celor fasonate în îmbinările imobile ale pieselor. Precizia acestei operații este limitată de obicei de 0,1 mm, dar poate fi ridicată prin folosirea consecutivă a pilelor cu zimți din ce în ce mai mărunți pînă la 0,05 mm. Pilirea manuală se execută cu pile de 3 tipuri: bastardă, fină de șlefuit și dublu fină (plate, cu vîrf ascuțit, cu vîrf rotunjit, cu 3 muchii, pătrate, semirotunde, rotunde, ovale etc.).

Pilirea manuală, mai ales în cazul unor cerințe ridicate în ceea ce privește precizia operației, necesită un volum mare de lucrări; în condițiile de reparație, pilirea este greu de mecanizat, însă adeseori poate fi înlocuită prin frezarea și șlefuirea de finisare cu ajutorul mașinilor deplasabile (pneumatice, sau cu ax flexibil).

Scanned with OKEN Scanner

Mașina de șlefuit pneumatică cîntărește pînă la 5 kg și constă dintr-o turbină calată pe partea posterioară a șpindlului, din două subansamble cu rulmenți în corpul comun al mașinii și dintr-o piatră de șlefuit fixată pe șpindlu cu o piuliță și blindată pe jumătate cu o carcasă (fig. 53).

Mai comodă este transmisia prin ax flexibil la pietrele de șlefuit sau la frezele rotunde și la pile, dat fiind că armătura din extremitatea arborelui cu sculă nu cîntărește mai mult de 1—2 kg;

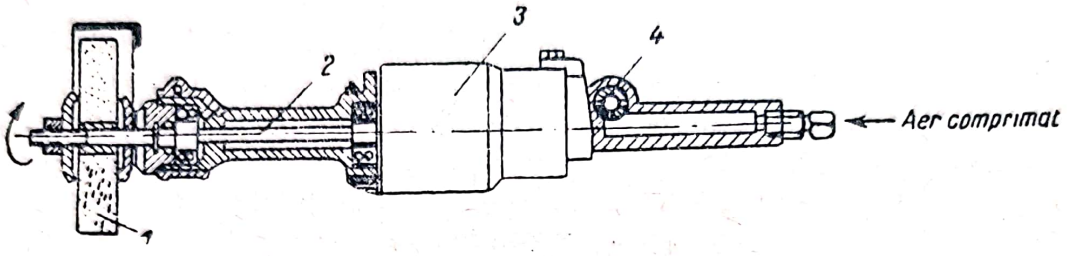


Fig. 53. Mașină pneumatică de șlefuit:
1 — piatră abrazivă; *2* — arbore; *3* — corp (stator și rotor); *4* — supapă pneumatică reglabilă.

în afară de aceasta se ușurează prelucrarea în condiții de incomoditate.

Șabăruirea este cea mai pretențioasă și totodată necesită cel mai mare volum de lucrări din toate operațiile de ajustare. Ea asigură o precizie de pînă la 0,005 mm.

Stabilirea elementelor în relief ale suprafeței supuse șabăruirii se face cu ajutorul etaloanelor de control (placă pentru planuri, cilindri sau conuri pentru orificii etc.), sau folosind piesa conjugată (rulment pe ax, supapă pe scaun, guler pe oglinda cutiei etc.). Ultima variantă este mai caracteristică pentru reparație, cu toate că în acest din urmă caz nu se imprimă o formă geometrică strictă planului, cilindrului, ci doar se obține o suprapunere a formei suprafețelor conjugate ale perechii de piese.

Suprafața etalonului sau a piesei în pereche se acoperă cu un strat subțire de vopsea, pe aceasta se așază piesa prelucrată, se apasă ușor și se deplasează; în acest fel denivelările se acoperă cu vopsea formînd pete. Un număr mare de pete mărunte, care se obțin după șabăruire, caracterizează o bună adiacență a pieselor la etalon sau la piesele în pereche și servesc astfel drept măsură a preciziei operației.

Șabăruirea este divizată în clase:

Clasa	Precizia
Ș2	2—3 pete pe 1 cm²
Ș1	4—5 „ 1 „
Specială	10 „ 1 „

Şabărele de formă plată, semirotundă şi în trei muchii, se execută din oţel de scule U10, U12, în funcţie de condiţiile de lucru (materialul pieselor, adaosul de prelucrare), ascuţindu-se la un unghi de 60—90°.

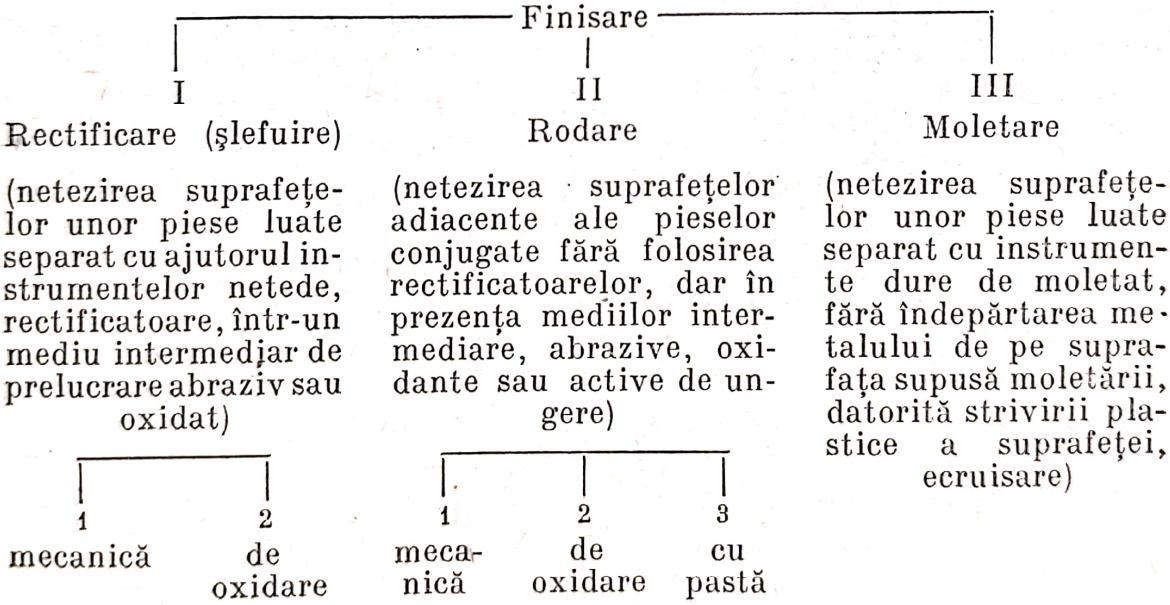
Volumul mare de lucrări al şăbăruirii manuale imprimă necesitatea unei economii în ceea ce priveşte adaosul de prelucrare.

Lucrări de lăcătuşerie-asamblare de finisare

Prin lucrări de lăcătuşerie-asamblare *de finisare* se înţeleg o serie de operaţii a căror esenţă constă în netezirea micro şi macroneregularităţilor, cu întărirea concomitentă a stratului superficial la schimbări neînsemnate ale dimensiunilor geometrice ale piesei.

Termeni ca „rectificare“ (şlefuire), „ajustare“, „moletare“, „finisare“, se folosesc în momentul de faţă în mod arbitrar.

În scopul precizării terminologiei se poate recomanda următoarea schemă propusă de către docentul N. M. I v a n o v (Institutul Tehnologic Lensoviet din Leningrad)[1]):



Rectificarea mecanică este o metodă de prelucrare a suprafeţei prin intermediul unei pulberi abrazive suspendate în lichid (ulei, petrol lampant etc.), cu ajutorul unui instrument special, rectificatorul. Forma şi dimensiunile acestuia trebuie să corespundă formei suprafeţei rectificate (şlefuite).

[1]) N. M. I v a n o v. Труды ЛТИ им. Ленсовета, вып. XXV, 27 (1953).

Scanned with OKEN Scanner

Pentru rectificarea suprafețelor plane se folosesc plăci, iar pentru orificiile cilindrice sau conice se folosesc tampoane speciale. Rectificatoarele se execută dintr-un material de duritate medie (mai mică decît duritatea piesei supuse șlefuirii) ca de pildă fontă de calitate, sau mai rar bronz. Pentru obținerea unei suprafețe de calitatea prescrisă, o importanță hotărîtoare o are alegerea pulberii abrazive. Pentru cazurile obișnuite de rectificare pentru clasele de precizie 9—10, se pot recomanda următoarele abrazive de rectificat (șlefuit):

	Capacitatea de tăiere relativă în comparație cu diametrul
Pastă din carbură de bor	0,5
Carborund extra	0,28
Carborund negru	0,25
Corund și alund	0,1

Rectificarea mecanică se folosește în lucrările de reparații aproape exclusiv pentru ajustarea suprafețelor plane, dat fiind că doar în aceste cazuri se pot folosi rectificatorii universali, plăcile.

Rectificarea chimică (*oxidantă*) este o metodă a acțiunii (oxidării) chimice artificiale asupra stratului de suprafață al piesei cu îndepărtarea mecanică ulterioară, prin mișcarea rectificatorului, a peliculei nerezistente de oxid. Deoarece prin înlăturarea peliculei de oxid cu rectificatorul nu se formează nici un fel de zgîrieturi, netezimea suprafeței, rezistența la oboseală și rezistența la uzură a pieselor șlefuite chimic, sînt întrucîtva mai mari decît în cazul folosirii metodelor de ajustare și finisare mecanice.

Pelicula de oxid se formează prin frecarea suprafeței curate a piesei, ușor umezite cu petrol lampant, cu paste speciale pe bază de oxid de aluminiu (pastă LIK), oxid de crom (pasta GOI) etc., care sînt livrate sub forma unor cilindri mici.

La prelucrarea metalelor, inclusiv în cazul finisării de reparație, se folosesc mai ales pastele GOI:

Grosolană	81% oxid de crom (reziduuri—stearină, grăsime, petrol lampant și altele) de culoare verde închis
Medie	76% oxid de crom (reziduuri—stearină, grăsime, petrol lampant și altele) de culoare verde
Subțire	74% oxid de crom (reziduuri—stearină, grăsime, petrol lampant și altele) de culoare verde deschis

Capacitatea de prelucrare a acestor paste se determină prin adîncimea stratului scos în decursul a 100 de mișcări ale

Scanned with OKEN Scanner

rectificatorului, la o lungime a fiecărei curse de 40 cm, adică pentru o deplasare de 40 m după cum urmează:

	în μ
Pentru paste grosolane	30—40
„ „ medii	10—16
„ „ subțiri	pînă la 7

Pentru comparație indicăm că capacitatea de prelucrare a pulberilor abrazive se găsește, în funcție de dimensiunea grăuntelui, între 10 și 40 μ (după aceeași metodă de apreciere), ceea ce înseamnă că rectificarea chimică, la o calitate mai bună a prelucrării, nu este mai puțin productivă decît cea mecanică.

Rectificarea cu paste de oxidare se face cu un rectificator dur din fontă (paste grosolane și medii) sau cu un polizor din sticlă de oglindă ori sticlă pirex (paste medii și subțiri); după fiecare 2—5 min pasta folosită, împreună cu oxizii metalici ai piesei, se spală, iar procesul de frecare cu pastă și de rectificare se repetă de cîte ori este necesar, după care, suprafața se spală definitiv cu petrol lampant.

În scopul înlocuirii șabăruirii de clasă superioară în decursul reparațiilor, se folosește rectificarea cu pastă grosolană sau mai rar (în două trepte), cu paste grosolane și medii, în care caz poate fi obținută netezimea R_{med} pînă la 2 μ, ceea ce corespunde $\overline{\nabla\nabla\nabla}9$—$\overline{\nabla\nabla\nabla\nabla}10$.

Este necesar a se observa că, dacă în decursul rectificării mecanice cu abrazivi metodele de deplasare a pieselor trebuie să înlăture în măsura posibilității repetarea traiectoriei fiecărui grăunte de abraziv, în cazul rectificării cu paste GOI[1]) un astfel de sistem complicat de lucru nu este necesar, dat fiind că apariția zgîrieturilor în acest caz este aproape imposibilă.

Rodarea, adică prelucrarea pieselor conjugate prin deplasarea reciprocă a uneia față de cealaltă, fără folosirea unor rectificatori speciali, se folosește adeseori în cazul finisării de reparație, mai ales pentru piesele cu suprafețe neplane (supapă-scaun, bușonul robinetului corp etc.). Tehnica acestei operații coincide cu metodele corespunzătoare ale rectificării mecanice sau prin oxidare.

Rodarea, adică după schema noastră „ajustarea cu lubrifiant", se numește de asemenea procesul de netezire și întărire a suprafeței cu lubrifiant în perioada unui stadiu inițial de uzură rațional organizat. O astfel de ajustare trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

1) un timp relativ scurt;

---

[1]) N. V. Voinov Подбор смазочных масел для обкатки двигателей и механизмов, Гостоптехиздат, гл. 2, 1950.

2) o valoare cît mai joasă a vitezei constante de uzură, la atingerea căreia începe uzura „normală“ (încetează rodarea);

3) înlăturarea cazurilor de deteriorări locale a suprafețelor adiacente („topire“, revenire, eroziuni punctiforme de contact);

4) înlăturarea totală a produselor uzurii inițiale accelerate;

5) limitarea înălțimii maxime totale a asperităților pînă la $R_{med} \approx 0{,}5 - 2\,\mu$ (în funcție de materialul îmbinării);

6) netezirea macroasperităților, ondulațiilor, elipticității etc.

Cercetările în domeniul rodării subansamblelor motoarelor de automobil[1]) indică că microasperitățile, la o ungere rațională, se netezesc în decursul a 1—2 ore, în timp ce macroasperitățile necesită pentru netezirea lor sezisabilă o rectificare în decursul mai multor ore. Întărirea suprafeței se face suficient de rapid prin adăugarea în lubrifiant a unor componenți activi de suprafață (sulf, clorați, plumb etc.).

Rodarea se execută prin deplasarea pieselor una față de alta, în poziția lor de lucru:

a) cu o variație treptată a proprietăților lubrifiantului, de la unul mai vîscos și care conține grafit sau adaosuri active la început, pînă la uleiul normal de lucru spre sfîrșitul rectificării;

b) cu o sarcină micșorată la început, care crește după aceea pînă la sarcina normală de lucru.

Sorturile de lubrifiant în perioada rodării, cantitatea de grafit (de la 2—3 pînă la 20%) sau adaosuri active introduse în acesta, precum și raportul dintre timpul de rodaj în gol și mai apoi sub sarcină redusă și completă depind mai ales de materialul celor două piese conjugate. De obicei cu cît este mai mică diferența în ceea ce privește duritatea pieselor adiacente în frecare, cu atît mai îndelungată trebuie să fie rodarea. Astfel, de exemplu, rodarea unei bucșe din babbit pe un arbore din oțel durează deseori 3—4 ore, și nu necesită neapărat folosirea unui lubrifiant cu grafit. Invers, prelucrarea bucșelor din fonte antifricțiune pe un arbore de oțel necesită o acțiune treptată atît în ceea ce privește sorturile de lubrifiant cît și în ceea ce privește încărcarea îmbinării, procesul durînd pînă la 20 ore.

Prelucrarea de reparație se realizează: a) în perioada de pornire a mașinii complet asamblate după reparație, pe locul ei permanent de exploatare, b) după subansamble separate pe bancuri de frînare, în hala de reparație, pînă la asamblarea generală.

A doua variantă face față într-o măsură mult mai mare tuturor cerințelor în legătură cu această operație și mai ales celor de

[1]) După GOST 8883 moletarea se numește rodare.

Scanned with OKEN Scanner

la punctele 3 și 4. Totuși, realizarea acesteia este posibilă doar în cazul mașinilor de un singur model, montate în respectiva uzină într-un număr suficient, adică cel mai des pentru echipamentul mărunt, auxiliar (pompe, compresoare mici, diverse agregate tip pentru mașini-reductoare, pompe de ulei etc.).

Moletarea este o operație care se folosește pentru finisarea pieselor semifabricate, de exemplu pinioanele. Spre deosebire de ajustare, moletarea constă în rotirea pinionului supus prelucrării în cuplare cu 1—3 instrumente (pinioane etalon călite), într-un dispozitiv de rodare cu o ușoară ungere (de exemplu 3 părți în greutate petrol lampant și o parte în greutate ulei de mașină). Netezirea profilului dinților are loc mai ales datorită zdrobirii cristalelor (ecruisării) stratului superficial. Moletarea, așa dar, nu numai că mărește gradul de curățenie a suprafeței dinților dar și într-o mare măsură îl întărește. Moletarea de obicei se execută în decursul unui timp foarte scurt (1—2 min), la un număr de rotații mic (pînă la 250 rot/min). La fabricarea pinioanelor în condițiile de reparare a echipamentului din dotația uzinelor chimice, această operație se folosește rar datorită dimensiunilor diferite a pinioanelor din exploatare și necesității unui număr mare de scule pentru moletare, adică de pinioane călite. Pe scară mai largă se folosește moletarea cu role călite a fusurilor diferiților arbori și a altor piese cilindrice.

Prelucrarea orificiilor la asamblarea mașinilor

Găurirea, alezarea cu burghiul, zencuirea, alezarea și tăierea de filet în orificii se folosește în decursul asamblării mai ales în următoarele cazuri:

1. La montarea pieselor de schimb mari, ale căror diferite orificii mărunte nu este rațional de a fi prelucrate la mașinile-unelte;
2. La prelucrarea orificiilor coaxiale în piese conjugate din care una nu se schimbă iar a doua se schimbă din rezerve, păstrîndu-se în depozit fără orificii;
3. La reparația orificiilor prin alezarea acestora cu burghiul și tăierea filetului.

În aceste cazuri precum și în altele similare, orificiile se prelucrează în decursul asamblării în complexul lucrărilor de ajustare, cu ajutorul dispozitivelor manuale sau mecanizate.

Scanned with OKEN Scanner

Prelucrarea orificiilor în hală poate și trebuie mecanizată independent de volumul lucrărilor, prin folosirea sculelor electrice și pneumatice. Mașinile electrice de găurit sînt fabricate într-un sortiment larg pentru găurirea orificiilor cu un diametru pînă la 32 mm. Greutatea acestora variază, în funcție de dimensiuni, în limitele 5—12 kg și de aceea este rațional ca la folosirea lor să fie echilibrate cu un arc atîrnat de plafon sau printr-o contragreutate și un sistem de scripeți. Mașinile de găurit de înaltă frecvență fabricate în ultimul timp sînt puțin voluminoase, mai ușoare, și au o tensiune de lucru nepericuloasă de 72 sau 36 V.

Pentru folosirea mașinilor de găurit de acest tip (de marcă I74 sau I53), este necesar a se instala în hală un transformator de frecvență de 50 — 200 perioade/s.

Sînt utilizate pe scară largă mașinile de găurit pneumatice. După principiul de funcționare acestea se împart în mașini de găurit cu piston și cu rotor, iar din punct de vedere al construcției, în normale și unghiulare.

Cele cu piston, care sînt mai grele și mai încete în funcționare, se execută în modele normale și speciale pentru orificii cu diametru pînă la 70 mm.

Mașinile cu rotor se execută pentru găurirea orificiilor cu un diametru pînă la 25 mm.

Mașina de găurit pneumatică, de tip rotativ cu palete, este formată dintr-un cilindru cu 4 palete, care se rotește excentric într-un alt cilindru, fixat în corpul mașinii. Pe fusul rotorului este calată roata dințată conducătoare a transmisiei planetare, care reduce numărul de ture de la 12 000 (rotor) pînă la 1 000—2 000 rot/min (la arborele port-sculă). În capătul filetat al arborelui port-sculă se înșurubează dispozitivul universal de prindere a sculei.

În partea corpului unde se găsește mînerul este amplasat dispozitivul de admisie a aerului cu o supapă cu bilă, apăsată de un cîrlig de pornire prin intermediul împingătorului.

Mecanizarea găuririi poate fi de asemenea realizată prin folosirea aparatelor de găurit (adică mandrine port-sculă), antrenate de motoare electrice sau pneumatice printr-un arbore flexibil.

Pentru filetare, sînt folosite cu succes mașini de găurit electrice sau pneumatice obișnuite, dotate cu un dispozitiv universal reversibil, precum și cu dispozitive speciale de filetat.

Scanned with OKEN Scanner

ASAMBLAREA MAŞINILOR REPARATE

Sarcina asamblării constă în executarea tuturor categoriilor de îmbinare a pieselor şi subansamblelor cu tensionare (seraj), jocuri şi distanţe interaxiale prescrise.

Categoriile principale de îmbinare sînt următoarele:

I. *Fixe*

A. Nedemontabile (sudate, nituite, lipite, mandrinate)
B. Greu demontabile (cu ajustaje imobile, pe clei)
C. Demontabile (cu filet, cu pană, cu ajustaje de trecere)

II. *Mobile*

A. Demontabile (cu ajustaje libere)
B. Nedemontabile (construcţii speciale)

Clasificarea de mai sus este alcătuită în baza a două principii: constructiv (mobilitatea sau imobilitatea îmbinării) şi tehnologic (posibilitatea sau imposibilitatea demontării fără deteriorarea pieselor îmbinate sau a elementelor de îmbinare intermediare precum şi greutatea relativă a demontării).

Îmbinările de tip I A se întîlnesc în mod continuu în construcţia aparaturii chimice, însă nu au o importanţă apreciabilă în studierea asamblării de reparaţii a maşinilor chimice. Îmbinările de tip II nu impun folosirea unor metode speciale de executare a acestora şi de aceea vor fi studiate mai ales doar îmbinările de tip I B şi I C.

Executarea îmbinărilor cu ajustaje fixe

Ajustajele fixe pot fi executate prin presare acţionînd cu scule de lovire şi în sfîrşit prin metoda termică, adică prin încălzirea piesei exterioare sau răcirea celei interioare.

Presarea cu sarcină statică se realizează, în funcţie de efortul necesar, cu dispozitive manuale, cabluri, cricuri, dispozitive de strîns (fig. 54), cu prese manuale sau cu prese cu demultiplicare (fig. 55).

În practică de reparaţie o utilizare mai largă o au dispozitivele manuale. Efortul pentru presare (în kg) poate fi determinat teoretic (îmbinare de tip arbore-orificiu) după următoarea formulă:

$$F = \mu \frac{i}{\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right)} \cdot \frac{\pi l}{10^4}$$

în care: μ este coeficientul de frecare la presare (oțel pe fontă 0,08—0,15, oțel pe oțel 0,1—0,2);

i — serajul, în microni;

l — lungimea piesei presate a, mm;

$C_1 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_1$ (μ_1 este coeficient de contracție transversală cu 0,25 pentru fontă, cu 0,3 pentru oțel);

$C_2 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_2$ (μ_2 este coeficient de contracție transversală pentru materialul piesei conjugate)

E_1 și E_2 reprezintă modulele de elasticitate, în kgf/cm², ale materialului pieselor a și b.

Din fig. 56 se vede că efortul F în procesul de presare trece de la 0 pînă la F_{max}, iar din momentul în care piesa interioară se găsește pe întreaga sa lungime în piesa exterioară, F_{max} rămîne aproximativ constant.

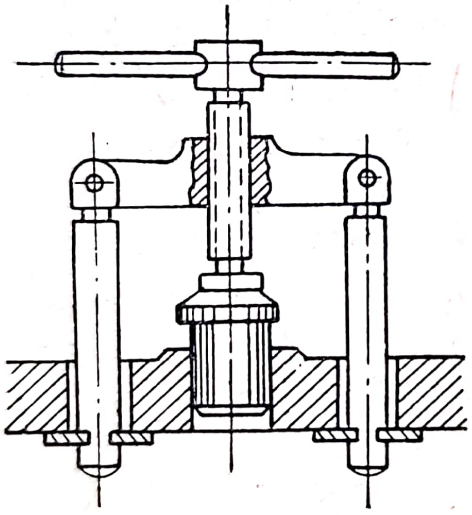


Fig. 54. Presarea unui bolț cu un șurub manual.

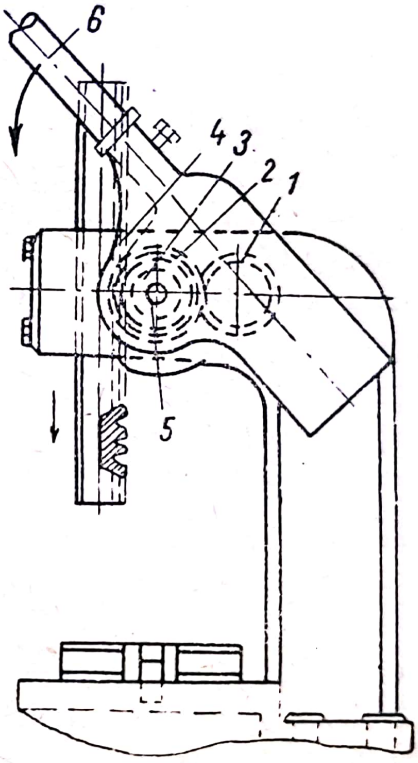


Fig. 55. Presă manuală cu cremalieră:
1, 2, 3 — pinioane; *4* — cremalieră; *5* — axa pîrghiei; *6* — pîrghie.

Graficul teoretic de variație a efortului F în decursul presării (v. fig. 56, *a*) este verificat experimental doar în cazurile de îmbinare a pieselor executate din materiale elastice (fontă). În cazul îmbinării pieselor confecționate din materiale elastico-plastice, are loc o dependență neliniară a creșterii efortului F

(fig. 56, *b*) și de aceea folosirea formulei teoretice va da în acest caz o rezolvare aproximativă.

În ultima vreme, în întreprinderile fruntașe se introduce o metodă perfecționată de presare și de depresare prin folosirea unor cavități umplute cu ulei, sub presiune înaltă, create la locul de îmbinare.

Presarea statică „uscată" și depresarea, în afară de inconvenientele legate de necesitatea aplicării unor eforturi mari, este însoțită de forfecarea crestelor neregularităților, datorită cărui fapt nu se reușește în cazul unor seraje oricît de mici să se înlăture deteriorarea suprafețelor adiacente. Crearea unui strat de ulei între suprafețele în contact în decursul perioadei de asamblare sau demontare, strat care se găsește sub o mare presiune (pînă la 2 000 at), duce la formarea unui joc temporar, fapt care schimbă întru totul condițiile de presare sau de depresare; eforturile necesare se micșorează de cîteva ori, iar degradările suprafeței sînt excluse. În unele cazuri prin folosirea acestei noi tehnologii, ușurarea operației permite și simplificarea construcției subansamblelor.

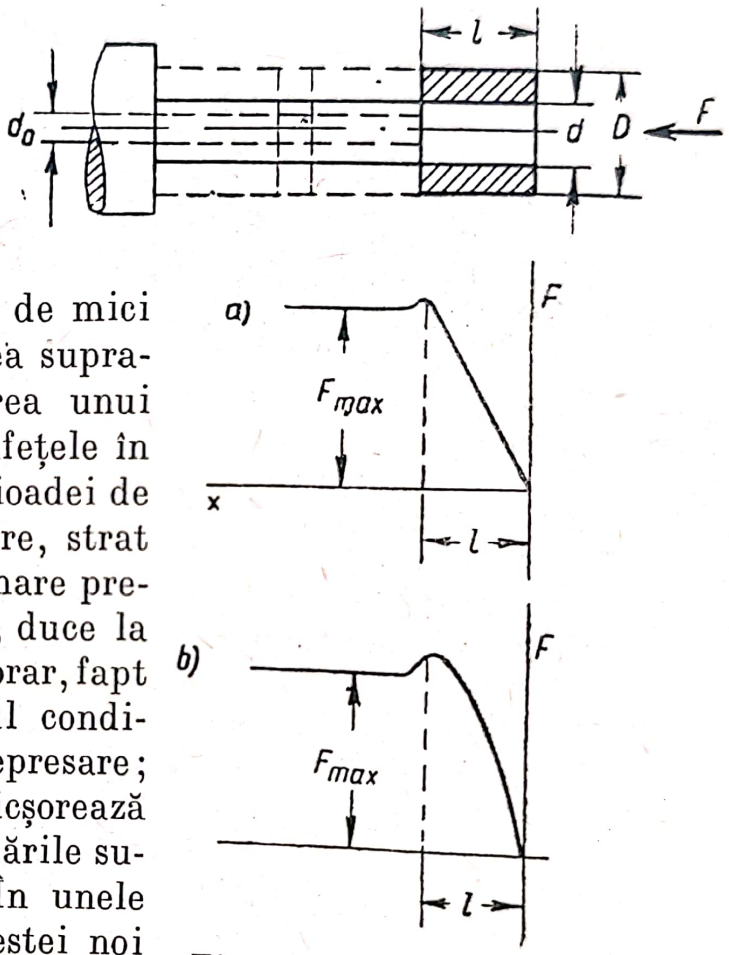


Fig. 56. Graficul eforturilor de presare:
a — elastică; *b* — elastică-plastică.

Astfel, de exemplu, îmbinarea pinionului cu fusul (fig. 57) poate fi executată cu ajustaj la cald, în locul îmbinării cu seraj mai mic folosită înainte, cu fixarea pinionului prin pană. Pentru realizarea operației presare-depresare sub presiune de ulei, acesta se introduce (cu ajutorul unei pompe manuale de înaltă presiune) spre unul sau mai multe canale de ulei printr-un număr egal de găuri filetate în care sînt înșurubate racordurile.

Orificiile și canalele de ulei trebuie să fie amplasate la o mică distanță față de marginea suprafețelor conjugate. Cu respectarea

Scanned with OKEN Scanner

acestor condiții, procesul de presare se execută în 2—3 etape (fig. 57):

1) presarea statică „*uscată*“ a piesei exterioare pe o lungime L_1 (adică pînă la suprapunerea orificiului superior) care nu întrece 20 mm, cu aplicarea efortului $F_1 = p_1\mu_1\pi dL_1$ (unde μ_1 este coeficientul de frecare uscată; p_1 — presiunea marginală calculată după serajul prescris *i*);

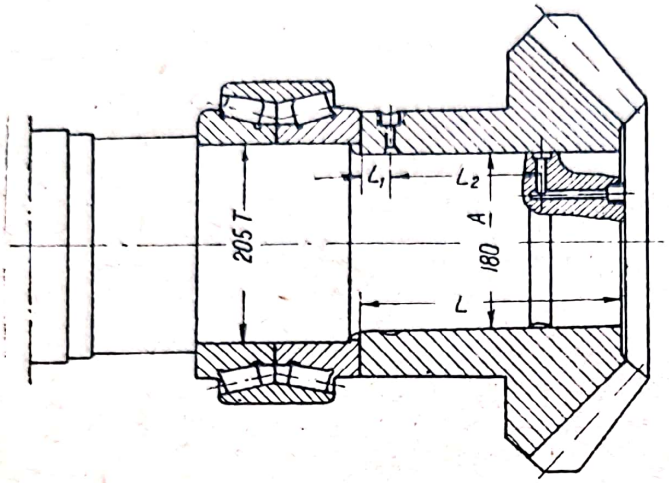


Fig. 57. Construcția îmbinării unui pinion conic cu fusul rolei în cazul presării cu lubrifiant.

2) debitarea uleiului sub presiune în orificiul superior pentru mandrinarea piesei din exterior și comprimarea piesei din interior după care presarea se continuă cu seraj redus, astfel că efortul F_2 devine $F_2 = p_2\mu_2\pi d(L_1 + L_2)$ unde μ_2 este coeficientul de frecare cu lubrifiant; p_2 — presiunea marginală, calculată după valoarea temporar coborîtă a serajului;

3) debitarea uleiului sub presiune în două orificii și continuarea presării cu lubrifiant pînă la efortul maxim $F_3 = p_2\mu_2\pi dL$.

Variația efortului în decursul presării se caracterizează grafic printr-o curbă în trepte (fig. 58). În aceleași 2—3 trepte se realizează în ordine inversă depresarea.

Executarea operațiilor de presare sau de depresare cu un strat de lubrifiant sub presiune necesită executarea unor calcule, prin care se determină valoarea presiunii uleiului, mărimea tensiunilor care apar în piesele conjugate și limita elasticității[1]).

În momentul de față se folosesc cîteva tipuri de pompe de ulei manuale pentru executarea tehnologiei mai sus descrise; una dintre variante este reprezentată în fig. 59 cu piesele îmbinate *9* și *10*.

Pentru turnarea uleiului se deșurubează bucșa *1* și se scoate plungerul *4*, după care bucșa *1* se înșurubează din nou pe corpul *5*. Prin rotirea în continuare a manetei *2*, presiunea uleiului în canal crește, arcul *14* se comprimă, deschizînd supapa de reținere *15* și uleiul pătrunde în orificiul piesei exterioare *10* prin orificiul șaibei *12* și prin canalul din știutul *11*.

---

[1]) B. F. Fedorov, Рациональный способ распрессовки и запрессовки деталей. Машгиз, 1955.

Scanned with OKEN Scanner

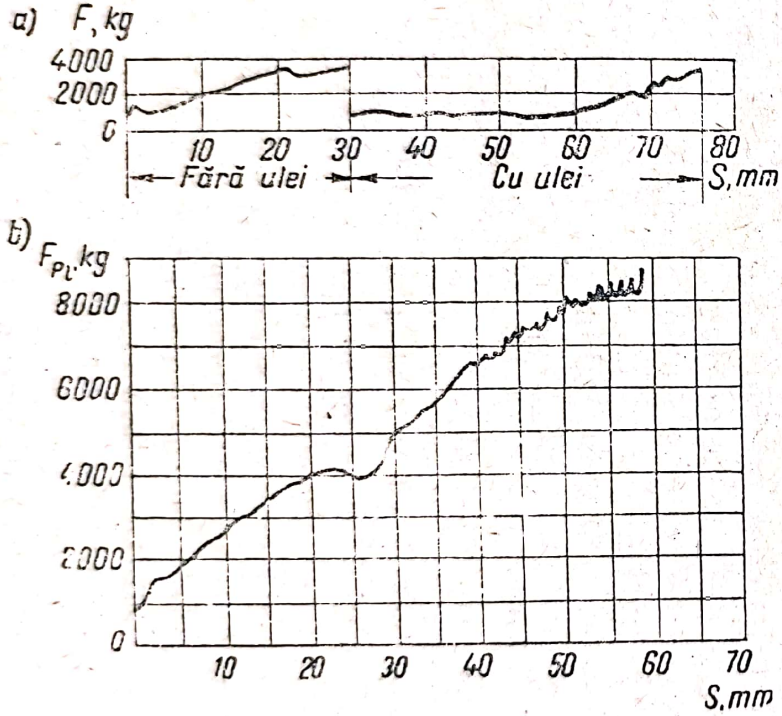


Fig. 58. Diagrama de presare:
a — cu folosirea uleiului sub presiune; *b* — în cazul frecării uscate.

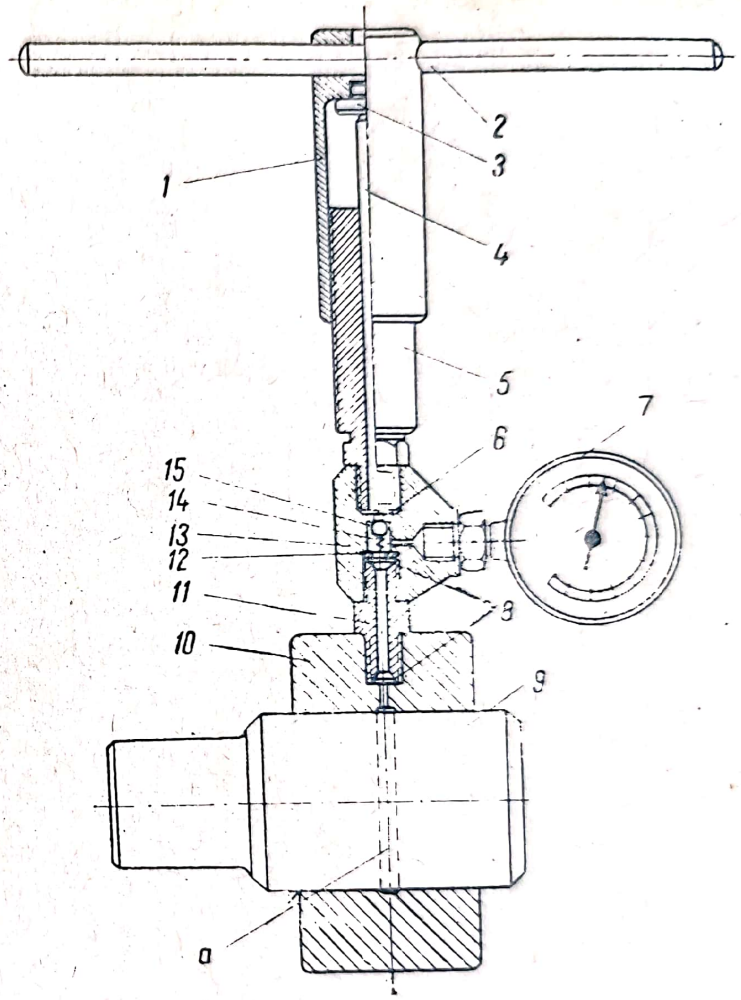


Fig. 59. Pompă manuală cu plunger pentru depresarea sau presarea îmbinărilor cu ulei sub presiune:
1 — bucșă; *2* — manetă; *3* — pachet; *4* — plunger; *5* — corp; *6*, *8* — șaibe; *7* — manometru; *9*, *10* — piese îmbinate; *11* — ștuț (racord); *12* — șaibă; *13* — teu; *14* — arc; *15* — supapă de reținere.

Corpul *5* și ștuțul *11* sînt îmbinate prin teul *13*, în al cărui orificiu lateral este înșurubat manometrul *7*.

Pentru depresarea subansamblelor voluminoase se folosesc pompe speciale cu butelii de ulei și cu țeavă de îmbinare de la pompă la subansamblul care se demontează.

Ajustajul dinamic al pieselor cu ajutorul sculelor de lovit se folosește mai ales pentru obținerea ajustajelor de trecere, aderente, forțate, cu frecare și de asemenea pentru îmbinarea ușor presată, iar în condiții de reparații are un caracter de operație manuală. Lovituri cu un ciocan ușor (cu o greutate pînă la 1,2 kg) se aplică pe partea frontală a piesei supuse lovirii printr-o piesă intermediară din lemn, plumb sau alte materiale moi. Îmbinarea prin această metodă a pieselor din materiale fragile (fontă, oțel călit, aliaje turnate etc.) este periculoasă dată fiind posibilitatea deteriorării locale.

Metodele termice de realizare a ajustajelor fixe (încălzire și răcire) prezintă o serie de avantaje prețioase în comparație cu metodele de presare și dinamice.

Înainte de orice, dispare necesitatea aplicării efortului, dat fiind că după încălzirea piesei exterioare sau răcirea celei interioare, pentru îmbinarea acestora este necesară doar o trecere liberă a unei piese pe cealaltă.

De aceea, metodele termice sînt potrivite mai ales pentru executarea îmbinărilor pieselor cu diametre mari sau acelora cu pereți subțiri sau ale pieselor fragile.

În decursul presării sau ajustării prin lovire este de neînlăturat dispariția parțială a neregularităților pieselor adiacente, fapt care slăbește strîngerea îmbinării. În cazul metodei termice, această schimbare nedorită a ajustării nu are loc. Diferența de temperatură dintre piese, în decursul procesului de ajustare termică, se determină din ecuația:

$$\Delta d = \alpha d(t_1 - t_2)10^3$$

$$\Delta d = i + a$$

în care:

Δd este variația diametrului piesei încălzite sau răcite (așa-zisa comprimare), μ;

α — coeficientul de dilatare liniară;

d — diametrul îmbinării, mm;

t_1 și t_2 — temperatura inițială și finală, °C;

i — serajul, μ;

a — jocul suplimentar în momentul îmbinării (a = = 50...200 μ).

Scanned with OKEN Scanner

De aici,

$$t_1 - t_2 = \frac{i + a}{1\,000\,\alpha d} \qquad (3)$$

Încălzirea pieselor exterioare se face în băi de ulei (pînă la temperatura $t_1 \leqslant 200°C$), în cuptoare electrice, în cuptoare obișnuite de forje și în sfîrșit cu inductori de înaltă frecvență.

Limita superioară a temperaturii de încălzire depinde de proprietățile și tratamentul termic al piesei încălzite și de obicei nu întrece 450°C.

Răcirea pieselor mărunte, interioare, se realizează în vase izolate termic cu ajutorul zăpezii carbonice (bioxid de carbon în stare solidă) sau aerului lichid; în primul caz pînă la temperatura $t_2 = 70 \ldots 80°C$, iar în al doilea pînă la $t_2 = 150 \ldots 180°C$. Consumul de zăpadă carbonică (în greutate), de obicei nu întrece 10% din greutatea piesei răcite.

Din metodele mai sus enumerate pentru încălzirea și răcirea în decursul practicii de reparații, mai ușor sînt folosite băile de ulei pentru încălzire, și pentru răcit substanțe zăpadă carbonică.

Metoda încleierii, în unele cazuri înlocuiește cu succes tehnologia mai complicată de asamblare bazată pe ajustaje fixe.

Printre mărcile de clei pentru realizarea îmbinării pieselor metalice, un loc de seamă ocupă în ultimul timp cleiul carbinol și cleiurile de marcă BF. Materia primă pentru prima marcă, carbinolul, este un lichid siropos cu punct de fierbere ridicat care se transformă în clei prin amestecare cu peroxid de benzen; carbinolul se polimerizează, adică se creează o structură macromoleculară. Cleiul proaspăt pregătit își păstrează proprietățile sale în decursul a 3—5 ore.

Cleiul de marcă BF se prepară din soluția alcoolică a unor bitumuri artificiale polimerizate și condensate.

Rezistența de prindere la metal a cleiurilor indicate este suficient de înaltă; se asigură rezistența cusăturii cu clei la forfecare:

oțel-oțel	între limitele	$K = 200 \ldots 350$ kgf/cm²	
aluminiu-aluminiu	pentru „	$K = 200 \ldots 300$ „	
oțel-cauciuc	„ „	$K =$ pînă la 40 „	(ruperea cauciucului).

Unele limitări în ceea ce privește introducerea în practica de reparație a unor astfel de îmbinări este cauzată de următoarele:

a) limitele de rezistență la temperatură a cleiurilor:

clei carbinol	de la −50 pînă la +70 °C
clei BF-4	idem
clei BF2	de la −50 pînă la +100°C

b) stabilitatea chimică a cleiurilor:

în medii neutre și aicde este potrivită marca BF-2
în medii bazice și uleiuri sînt potrivite marca BF-4 și cleiul de carbinol

Tehnica de folosire a cleiurilor la asamblarea de reparații este următoarea: suprafețele supuse lipirii se curăță de murdărie și se degresează, creîndu-se pe acestea o asperizare prin crestare, sablaj, iar pentru corpurile de revoluție—prin degroșare.

Cleiul proaspăt preparat (socotind 0,1 g clei pentru 1 cm² de suprafață supusă încleierii) este întins cu o baghetă de sticlă pe suprafața pieselor, după care piesele sînt presate una pe alta cu dispozitive de strîngere (piesele de tip arbore — alezaj natural nu pot fi presate și de aceea respectiva metodă nu se poate aplica) și se mențin pentru polimerizare, adică întărirea și mărirea rezistenței stratului de clei, timp de 24—36 ore la o temperatură de 30—40°C sau în cazul temperaturilor mai ridicate:

BF-4 la 60—90 °C	3—4 ore
BF-2 la 120—180°C	1—3 ore

Surplusul de clei care se scurge este îndepărtat. Îmbinările cu clei permit cu ușurință prelucrarea mecanică a unității de asamblare, de exemplu strunjirea în interior, alezarea sau șlefuirea bucșelor încleiate, fără nici un fel de deteriorare a stratului de clei.

În cazul reparațiilor [1]), s-a însușit metoda de folosire a cleiurilor pentru îmbinarea plăcilor de compensare de reparație la săniile suporților, pentru îmbinarea bucșelor de bronz cu corpul de fontă al lagărelor, pentru montarea rulmenților cu bile etc.

Executarea îmbinărilor demontabile fixe

La asamblarea utilajelor chimice, cele mai des întîlnite aspecte ale acestor îmbinări sînt cele cu buloane, prezoane și cu pană. Se folosesc de asemenea îmbinări cu caneluri și conice.

Metodele avansate ale asamblării cu multe buloane și prezoane sînt indicate în a rezolva două probleme:

a) ridicarea productivității muncii la îmbinările cu buloane;

b) asigurarea etanșeității și rezistenței îmbinărilor, care se caracterizează prin momentul de strîngere prescris.

Prima problemă se rezolvă parțial prin folosirea unor chei manuale cît mai comode, iar aproape total prin introducerea sculelor mecanizate, adică a înșurubătorilor de piuliță și prezoane electrici și pneumatici.

[1]) Vezi TeKSO 1950, Seria a 2-a, nr. 661/46.

Scanned with OKEN Scanner

Greutatea înșurubătorilor electrici de piulițe variază în limitele 4 — 10 kg, în funcție de dimensiunile piulițelor supuse înșurubării. La un număr mare de buloane în îmbinare, folosirea înșurubătorilor de piulițe reduce în mod sensibil volumul de lucru al operațiilor în comparație cu folosirea cheilor manuale.

Îmbinările de tip cu buloane sau cu prezoane pot avea drept scop crearea unei legături rezistente între două sau mai multe piese ale mașinii (de exemplu buloanele pentru bielă care îmbină capul bielei cu capacul bielei și care sînt solicitate la sarcină variabilă complexă), sau pentru etanșarea unor cavități ale mașinii sau aparatului (de exemplu îmbinarea cu buloane a jgheabului și capacelor frontale ale corpului șneculuí), sau, în sfîrșit, îmbinări rezistente și etanșe ale pieselor (de exemplu îmbinarea cu prezoane a cilindrului compresorului cu capacul acestuia).

Doar în cazuri rare poate fi calculat momentul cu care trebuie să fie strînsă o îmbinare de un tip sau altul; în majoritatea cazurilor, valoarea necesară strîngerii preliminare este aleasă experimental.

Totuși, oricît de repede s-ar realiza o îmbinare cu două sau mai multe piese filetate, egalitatea momentelor de strîngere a tuturor buloanelor sau prezoanelor devine obligatorie, în vederea înlăturării strîmbării pieselor și a unor preluări neuniforme ale sarcinilor în cursul exploatării.

Importanța unei strîngeri uniforme a buloanelor sau prezoanelor reiese în mod clar din cercetarea schemei de funcționare a unei prese hidraulice cu două coloane, la care extremitățile filetate ale fiecărei coloane joacă rol de prezon.

Într-adevăr, în cazul unei forțe de presare centrale F, reacțiile de întindere ale coloanelor $Q = \frac{P}{2}$ trebuie să fie compensate (în vederea înlăturării posibilității de apariție a jocurilor) de către eforturile de strîngere preliminară q_1 și q_2.

Dacă $q_1 \neq q_2$, atunci efortul unitar în metalul coloanelor $\sigma_1 \neq \sigma_2$.

Inegalitatea duce la inegalitatea deformației extremităților filetate ale coloanelor. De aceea coloana *1* se va întinde mai mult decît coloana *2* (dacă $q_1 > q_2$). Ca rezultat poate avea loc un proces anormal de presare: traversa superioară a presei se va ridica în dreptul coloanei întinse, iar plăcile de presare vor deveni neparalele; va apărea deci posibilitatea încastrării pieselor matrițelor, iar mai apoi ruperea traversei sau uneia dintre coloane.

Un moment determinat și uniform de strîngere poate fi obținut prin: a) folosirea unor chei speciale tarate, adică din timp reglate la o oarecare valoare constantă a efortului de strîngere, sau dina-

Scanned with OKEN Scanner

mometrice, care indică efortul de strîngere; b) folosirea cheilor obișnuite cu un control concomitent al tensionării bulonului sau unghiului de rotire al piuliței.

În fig. 60 este arătată una din variantele cheilor tarate. Capul *1* al cheii este legat cu mînerul *2* prin intermediul dinților, și

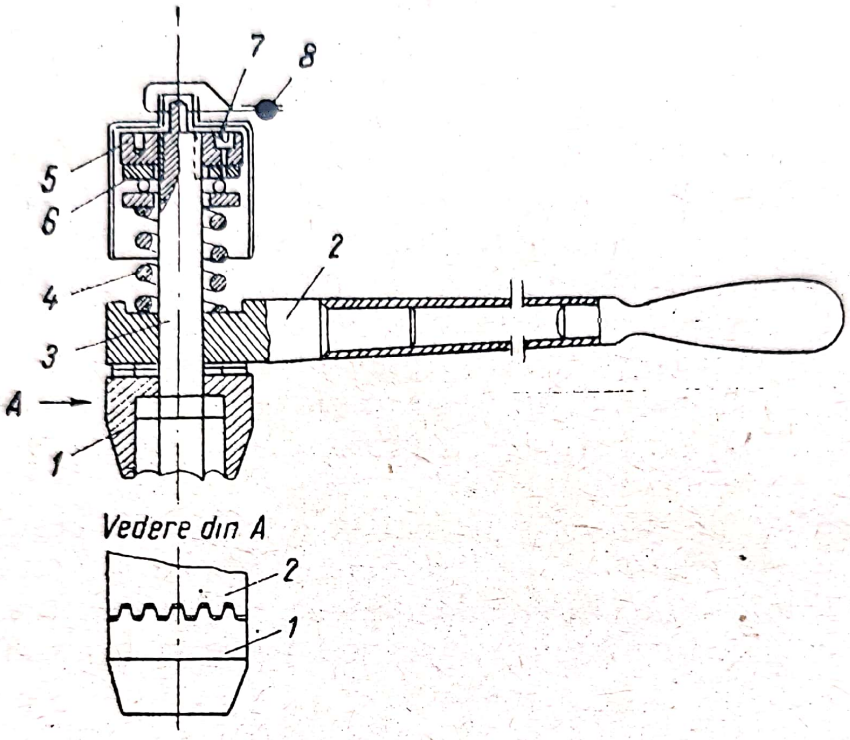


Fig. 60. Cheie tarată:
1 — cap; *2* — manetă; *3* — bulon; *4* — arc; *5* — piuliță; *6* — șaibă; *7* — șurub; *8* — sigiliu.

bulonului *3* prin arcul *4*, a cărui încordare se reglează prin rotirea piuliței *5* și a șaibei *6* fixîndu-se cu șurubul *7*; la obținerea efortului prescris de strîngere, mînerul se rotește fără a antrena capul, dinții alunecînd unii peste alții.

Îmbinările cu pene și clavete se folosesc sub forma unor pene prismatice sau trunchi de piramidă pentru îmbinarea arborilor cu corpurile de rotații calate pe acestea sau pene transversale în alte cazuri, mai ales pentru îmbinarea jumătăților reglabile ale cuzineților.

Concentricitatea riguroasă a orificiului piesei exterioare de rotație (cuplaj, pinion etc.) și arborelui reprezintă cerința principală calitativ față de îmbinările cu pene prismatice longitudinale, lucru care poate fi realizat prin respectarea următoarelor condiții de bază:

a) piesa exterioară trebuie să se execute cu ajustaj de trecere forțat, aderent sau cu frecare și, astfel, trebuie să se păsuiască pe

arbore fără joc vizibil printr-un efort nu prea mare, de exemplu prin lovituri ușoare ale mînerului prin intermediul unei inserții amortizoare (prin urmare concentricitatea orificiului și arborelui în condiții care impun o deplasare ușoară a piesei pe arbore nu poate fi creată în cazul îmbinării cu pene și se realizează în cazul îmbinărilor cu caneluri);

b) pana se pilește, iar în cazurile necesare se șăbăruiește grosolan (S2) cu vopsea pe lățime pentru un contact corect între pereții canalului și părțile laterale ale penei;

c) jocul la partea superioară a penei în îmbinare, pe toată lungimea acesteia, trebuie să se găsească între limitele 0,1—0,2 mm. Ajustarea potrivită a penelor și cele două toleranțe limite admisibile față de normă reies din fig. 61.

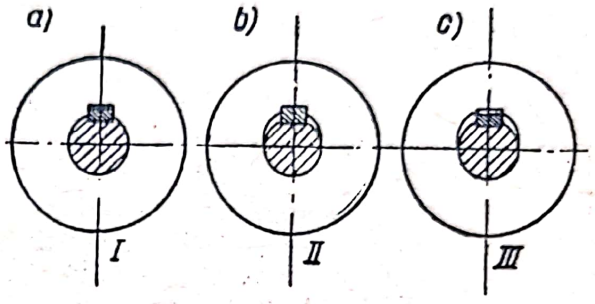


Fig. 61. Îmbinare cu pene prismatice: *a* — corect; *b* — și *c* — greșit. *I* — joc în partea superioară 0,1—0,2 mm; părțile laterale sînt pilite folosind vopsea; arborele este executat cu ajustaj de trecere; *II* — în partea superioară nu există joc, orificiul pentru arbore este întins; sînt create tensiunile de asamblare; *III* — în partea superioară nu există joc, însă, datorită unui ajustaj liber exagerat, arborele este amplasat excentric.

Penele longitudinale, trunchi de piramidă, creează de la început o excentricitate a piesei exterioare pe arbore și de aceea nu pot fi folosite în subansamblele de precizie ale mecanismelor. Aceste pene se montează liber în canalul arborelui și se pilesc pe partea superioară. Pilirea se finisează pînă cînd urmele de vopsea apar pe cel puțin 75—80% din lungimea penei. În mod analog se execută și asamblarea penelor transversale, pentru a căror precizie de contact în unele cazuri de răspundere cerințele sînt și mai severe.

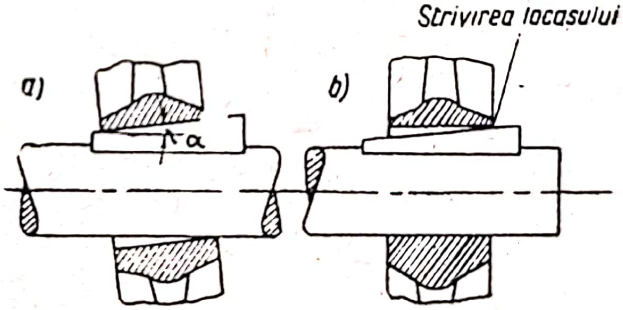


Fig. 62. Urmările lipsei unei înclinări în canalul de pană al butucului sau a nepotrivirii înclinărilor: *a* — denivelare; *b* — strivire.

Nerespectarea acestor condiții duce în mod irevocabil la strîmbarea butucului pe arbore în cazul slăbirii găurii butucului (fig. 62, *a*) sau la zdrobirea și fisurarea canalului butucului în cazul unui joc mic între arbore și gaura butucului (fig. 62, *b*).

Scanned with OKEN Scanner

Îmbinările cu caneluri ușurează centrarea pieselor însă totodată cer un volum mare de lucrări din punct de vedere al reparației, mai ales în cazul centrării după diametrul interior al canelurilor arborelui. De aceea, ținînd seama de posibilitățile reale ale atelierelor de reparație din uzinele chimice, în unele cazuri se

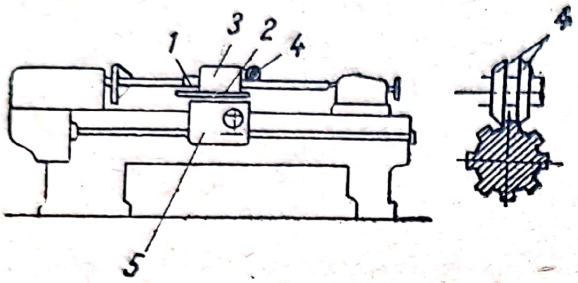


Fig. 63. Frezarea canelurilor în arbore pe strung:
1 — electromotor pentru cap de freză; *2* — placa superioară; *3* — cap pentru freză; *4* — freze; *5* — suport.

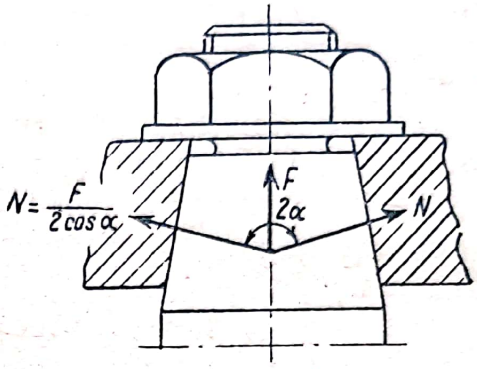


Fig. 64. Distribuția eforturilor în îmbinarea cu con.

poate trece în cursul reparației la centrarea după diametrul exterior al canelurilor arborelui.

În acest caz, confecționarea sau reparația bucșelor cu caneluri se execută la strunguri obișnuite cu dispozitive de broșare, iar confecționarea arborilor cu caneluri—la freze și apoi la mașini de rectificat sau numai la strunguri cu cap de freză și dispozitiv de rectificare.

În fig. 63 se arată cum se folosește strungul pentru frezarea canelurilor. Placa dispozitivului se montează pe suportul strungului. Pe această placă se montează placa superioară *2*, cu capul de freză *3*, pe șpindlul căruia se calează două freze *4* (vezi secțiune). Suportul *5* se deplasează pe șurubul mamă, prefabricatul fiind imobil. La a doua trecere, în locul frezelor *4* se montează o freză profilată pentru prelucrarea canelurilor.

Îmbinările cu caneluri după destinația lor pot fi fixe sau mobile; în primul caz se recomandă metodele de asamblare cu efort static (cu dispozitive de strîngere) sau prin încălzirea bucșei pînă la temperatura de 80—120°C, iar în cazul îmbinării mobile asamblarea se face manual sau cu lovituri ușoare cu un mîner printr-o piesă intermediară (tampon).

Asamblarea calitativă a îmbinărilor cu con trebuie să fie asigurată prin respectarea riguroasă a acelorași înclinări ale arborelui și butucului în procesul de prelucrare a pieselor la mașini-

unelte. Înainte de asamblare controlul se execută cu vopsea și la „balansare", după care piesele se asamblează cu seraj prin efort static sau dinamic.

Efortul de presare F, care creează o presiune normală pe suprafața de contact (fig. 64), nu poate fi determinat suficient de exact în mod teoretic, ci se găsește prin încercări succesive.

Prin lucrările cercetătorilor sovietici [1]) s-a explicat legătura dintre efortul de presare și seraj.

Serajului i îi corespunde o oarecare deplasare axială a conului H, care provoacă micșorarea dimensiunii Δ (fig. 65) pînă la Δ', adică $H = \Delta - \Delta'$. Această deplasare trebuie, în cazul presării, nu numai să creeze serajul, dar să compenseze și forfecarea neregularităților suprafeței conului și bucșei (uzură). Așadar

$$H = H_{el} + H_{uz}$$

Cu cît este mai curată suprafața pieselor, cu atît mai mică este valoarea termenului H_{uz}.

După datele experimentale:

În cazul conului ▽▽▽ 9 și bucșei ▽▽▽ 9 . . . . $H_{el} \approx 0{,}45\,H$
În cazul conului ▽▽▽ 9 și bucșei ▽▽▽ 7 . . . . $H_{el} \approx 0{,}3\,H$

Din cifrele mai sus arătate reiese că valoarea H_{el}, care poate fi calculată, reprezintă nu mai mult de jumătate din întreaga deplasare. Prin acest fapt se și explică imposibilitatea determinării cantitative în momentul de față a efortului de presare după serajul prescris.

În măsura în care efortul de presare F se determină prin partea elastică a deplasării, adică H_{el}, sînt valabile următoarele considerații:

1. Efortul de presare F_p și de depresare F_d nu sînt aceleași

$$\frac{F_p}{F_d} = \frac{\mu + \operatorname{tg}\alpha}{\mu_d - \operatorname{tg}\alpha}$$

în care : μ este coeficientul de frecare la presare,
μ_d — coeficientul de frecare la depresare.

Deoarece ca rezultat al forfecării neregularităților la presare, între suprafețele de contact se vor găsi produse de uzură, *de obicei* $\mu < \mu_d$.

Pentru valori mici ale unghiului conului

$$\frac{F_p}{F_d} = \frac{\mu}{\mu_d} = 0{,}7 \ldots 0{,}8$$

adică $F_d > F_p$.

[1]) E. B. Karșin. Сб. Лонитомаш. Книга 21, 100 (1951).

Pentru valori mari ale unghiului conului, α, $\text{tg}\,\alpha \geqslant \mu_d$, efortul de depresare scade pînă la zero, adică îmbinarea nu prezintă rezistență deși efortul de presare al acesteia este $F_p > 0$.

Așadar, pentru obținerea de îmbinări fixe, unghiurile conurilor trebuie să se găsească între următoarele limite:

Pentru îmbinări etanșe, conicitatea ..... 1:30 pînă la 1:50
Pentru îmbinări presate, conicitatea ..... 1:50 pînă la 1:200

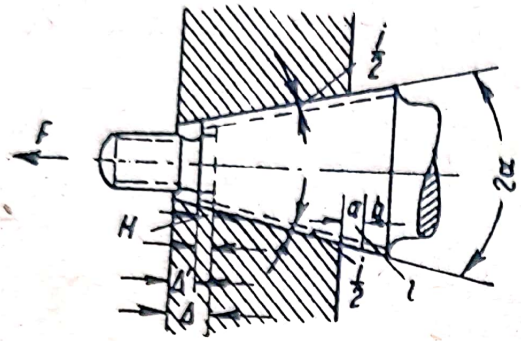


Fig. 65. Dimensiunile de control la asamblarea îmbinărilor cu con.

2. Cu mărirea clasei de finisare a celor două piese conjugate se micșorează efortul necesar pentru presare și se mărește siguranța îmbinării.

Trebuie să se recomande folosirea claselor de finisare nu mai mici de ▽▽▽ 8 (șlefuire, rectificare, ajustare) și respectarea preciziei dimensiunilor de diametru după clasa a doua.

3. Cu totul nefondat, practic se întîlnesc după reparații metode de montare a îmbinărilor fixe cu con, bazate pe suprapunerea rizului „a“, imprimat pe con pînă la demontarea pentru reparații din partea planului frontal al piesei (fig. 65).

Deoarece nu mai puțin de jumătate din deplasarea axială H corespunzătoare asamblării anterioare reprezintă o deformare neelastică, refacerea în cursul montării de reparație a poziției rizului „a“, făcut în timpul demontării, duce la slăbirea serajului aproximativ de două ori în comparație cu serajul existent înainte de reparație.

Se înțelege că cu fiecare reparație rizul „a“ trebuie (pentru obținerea serajului nominal) să se deplaseze tot mai adînc în zona de îmbinare. Este rațional ca înainte de demontare să se aplice pe con rizul „b“ la o oarecare distanță de partea frontală a piesei exterioare și, în timpul asamblării, să se tindă la micșorarea dimensiunii l cu o valoare H_{uz}, aproximativ egală cu (0,6—0,7) H, sau, ceea ce este echivalent, cu $(0{,}3—0{,}35)\dfrac{i}{\text{tg}\alpha}$

CONTROLUL ÎN CURSUL ASAMBLĂRII

Pentru îmbinările pieselor și unităților de asamblare se prevăd o serie de condiții, al căror scop este acela de a asigura o poziție reciprocă normală a acestor elemente ale mașinii. În categoria

acestor condiții intră respectarea paralelismului, perpendicularității sau coaxialității unor axe sau planuri ale pieselor, respectarea unor jocuri determinate în îmbinări etc. Aceste condiții s-ar respecta automat în cazul respectării unor toleranțe foarte limitate pentru toate dimensiunile piesei. Neexistența unor astfel

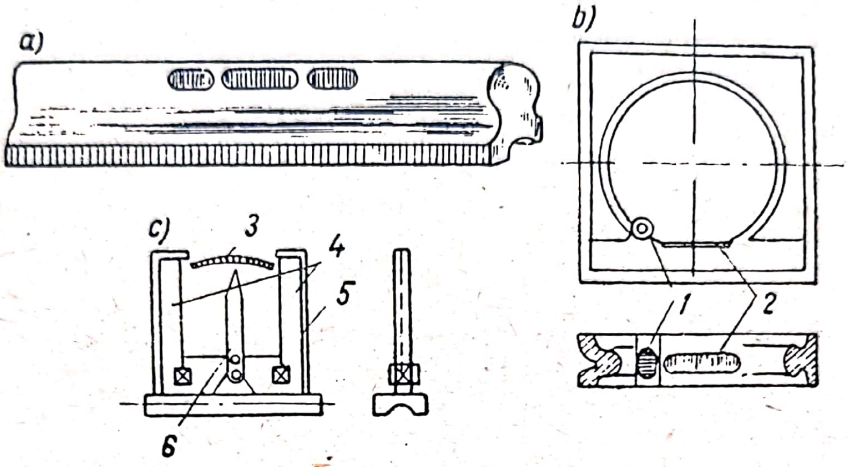


Fig. 66. Nivele pentru lucrări de reparație și montaj:
a — nivelă liniară; *b* — nivelă cu cadru: *1* — scală auxiliară; *2* — scală principală; *c* — nivelă cu două fire cu plumb: *3* — scală; *4* — fire cu plumb; *5* — suport; *6* — placă de îmbinare.

de condiții în cazul montării unor mașini chiar noi, cu atît mai mult în cazul asamblării de reparații, duce pe de o parte la ajustarea pieselor, iar pe de altă parte la necesitatea controalelor sistematice ale pozițiilor reciproce ale pieselor și subansamblelor după axele, centrele, planurile și alte elemente ale acestora. Tipurile concrete de controale sînt foarte diferite, în funcție de construcția mașinii și condițiile tehnologice ale asamblării.

Controalele de bază, care se întîlnesc la asamblarea aproape a tuturor mașinilor, sînt următoarele:

1) controlul liniarității planurilor și orizontalității acestora;
2) controlul paralelității axelor și planurilor;
3) controlul perpendicularității axelor și planurilor;
4) controlul corespondenței axelor (coaxialitatea).

Controlul suprafețelor în ceea ce privește *orizontalitatea* acestora se face cu nivele, care sînt cunoscute și folosite din timpuri străvechi.

Pentru lucrările de control se folosesc mai ales două tipuri de nivele: cu cadru (fig. 66, *b*) cu două ampule cilindrice, din care una este principală iar cealaltă auxiliară, și liniară cu bulă rotundă (fig. 66, *a*).

Prin folosirea nivelelor de acest tip, înclinarea suprafeței controlului (în mm pe 1 m liniar) se apreciază după scala relativ

neprecisă a bulei. Măsurători mai exacte se fac cu ajutorul unor nivele de construcție specială, cum sînt de exemplu cele geodezice. Controlul orizontal al arborilor lungi, tamburelor și al altor piese, se realizează cu succes folosind de asemenea „nivele cu apă" formate din două tuburi de sticlă închise ce comunică între ele printr-un tub flexibil inferior.

În unele cazuri orizontalitatea sau verticalitatea poziției pieselor (de exemplu a arborilor) poate fi controlată cu ajutorul săgeților indicatoare și al unui fir cu plumb.

Prin rotirea arborelui cu săgeata indicatoare fixată pe acesta, diferența dintre fantele care se formează între firul cu plumb și vîrful săgeții, în două poziții, permite a se determina înclinarea față de verticală sau orizontală.

Dacă raza săgeții este R (în mm), iar fantele măsurate cu etalonul (în mm) a_1 și a_2, atunci înclinarea va fi

$$i = \frac{a_1 - a_2}{2R \sin \frac{d}{2}}$$

Controlul *liniarității* planurilor (de exemplu ghidajele batiurilor) se face cu ajutorul unei rigle bine verificate, care se aplică cu partea îngustă pe plan. Fanta care rămîne între muchia inferioară a riglei și planul suprafeței controlate se măsoară cu etalonul sau prin alte metode. Controlul cu rigla se execută de obicei prin următoarele metode:

1. Sub cele două extremități ale riglei se așază plăci calibrate de aceeași grosime. Fanta se controlează cu etalonul, admițîndu-se numai partea convexă a suprafeței controlate (adică fanta trebuie să fie mai mică decît grosimea plăcilor calibrate). Abaterile permise (fanta absolută) se găsesc între limitele 0,02—0,04 mm la 1 000 mm lungime a riglei.

2. Sub extremitățile riglei se așază tacheți calibrați sau comlete de plăci, astfel încît să se obțină o ridicare apreciabilă (cîteva eci de mm) a riglei deasupra planului. Distanța dintre planul controlat și muchia inferioară a riglei se controlează într-o serie de puncte cu micrometrul de interior, cu o precizie de 0,01—0,02 mm.

Precizia controlului cu rigla scade simțitor în cazul unei lungimi apreciabile a suprafeței, datorită săgeții de încovoiere a riglei. Săgeata de încovoiere a riglei în mijlocul deschiderii dintre reazeme va fi

$$f'_{max} = \frac{P}{EJ} \frac{5l^3}{384}$$

Scanned with OKEN Scanner

dacă plăcile sau tacheții sînt amplasați la extremități (fig. 67, *a*), și $f''_{max} = 0{,}018\ f'_{max}$, dacă reazemele sînt deplasate dinspre extremități cu o distanță $a = 0{,}22\ l$ (fig. 67, *b*);

în care: P este greutatea riglei, kg;
l — lungimea riglei cm;
E — modulul de elasticitate al materialului riglei, kg/cm;
J — momentul de inerție al secțiunii riglei, cm⁴;
f_{max} — săgeata în mijloc, cm.

Prin urmare, pentru mărirea preciziei controlului, este de dorit a se folosi rigle lungi după schema „*b*" și a le alege cu secțiuni de rigiditate maximă. Suprafețele cu o lățime mare (plăci, cadre etc.) se controlează cel puțin în două poziții ale riglei, aplicate, dacă este posibil, după diagonale.

Prețul de cost ridicat al riglelor lungi face necesară folosirea, la controlul liniarității suprafețelor plane mari, a metodei controlului cu coardă și micrometre de interior. Coarda, dintr-o sîrmă subțire și elastică (cu diametrul de 0,2 mm) sau din fire de mătase răsucite, se fixează bine într-o parte a planului și se petrece după un scripete cu o greutate g în cealaltă extremitate (fig. 68).

Controlul constă în măsurarea distanței dintre plan și coardă, într-o serie de puncte pe lungime, cu micrometre de interior universale sau speciale.

De obicei se folosește micrometrul de interior universal cu capul micrometric prelungit. Limitele de măsurare ale acestui

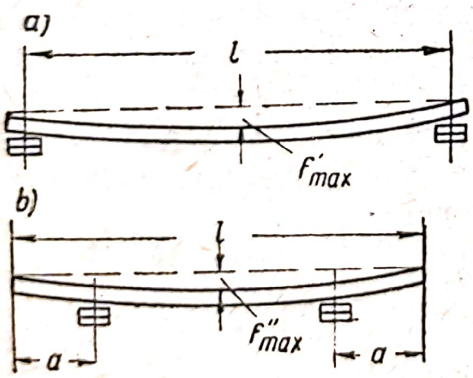


Fig. 67. Săgeata de încovoiere a riglei în cazul a două variante de amplasare a reazemelor.

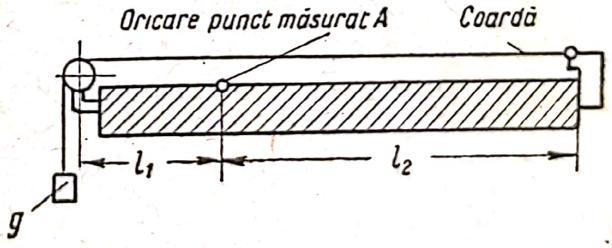


Fig. 68. Controlul liniarității planului după o coardă, cu micrometrul de interior.

instrument se găsesc între 50 și 1 000 mm, iar precizia nu întrece 0,02 mm.

Cel mai mare inconvenient în cazul folosirii micrometrelor de interior constă în erorile de contact, a căror valoare depinde

Scanned with OKEN Scanner

de simțurile individuale. De aceea trebuie considerat ca foarte folositor micrometrul de interior electric propus de V. P. Prosolunov (fig. 69) sau alte construcții.

În piesa intermediară *1*, executată din material dielectric (ebonită, textolit etc.), se înșurubează cuiele de măsură *2—3*. Pe filetul unuia dintre aceste cuie poate fi înșurubat micrometrul de interior. În locașul cuiului *3* se montează o lampă electrică de tensiune redusă *7*, ce se alimentează de la bateria sau acumulatorul *8*. În momentul închiderii circuitului se aprinde lampa care indică contactul micrometrului de interior cu rigla sau coarda. Lampa de semnalizare poate fi înlocuită printr-un semnalizator electroacustic.

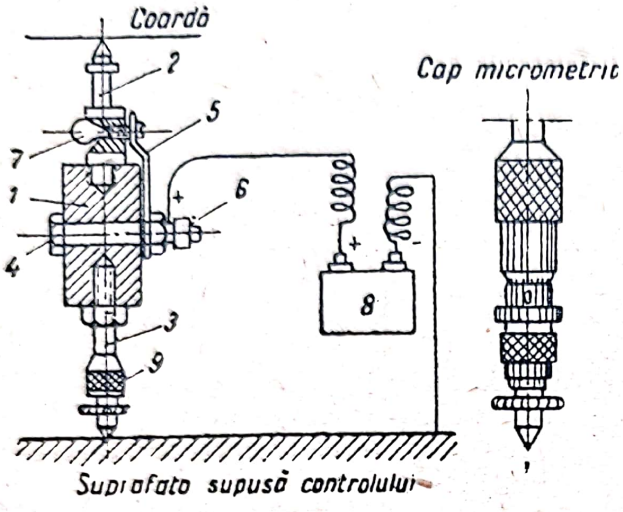


Fig. 69. Micrometrul de interior electric:

1—piesă intermediară; *2,3*—cuie; *4* — bulon; *5* — placă de contact; *6* — șaibă de contact; *7* — lampă de joasă tensiune; *8* — acumulator; *9* — cap micrometric.

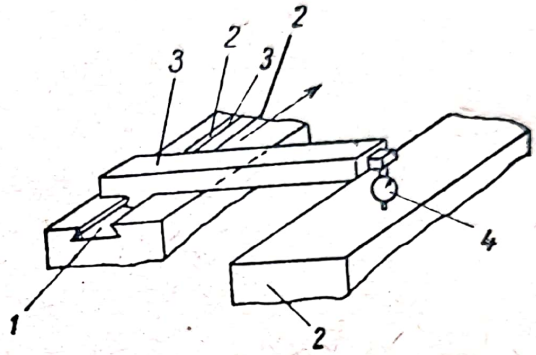


Fig. 70. Controlul paralelismului planurilor:

1 — plan de bază; *2* — planul controlat la paralelism; *3* — cursor; *4* — indicator.

Ca și în cazul controlului după riglă, aici trebuie ținut seama de săgeata f a corzii, determinată (în cazul unui plan orizontal) în orice punct, de exemplu A, după formula

$$f = \frac{100\, l_1 l_2 q}{2g}$$

în care: l_1 și l_2 sînt distanțele de la punctul de măsură A la punctele de fixare ale corzii, m;

q este greutatea corzii, g/m;

g — greutatea contragreutății, g.

Formula mai sus indicată este aproximativă și nu poate fi folosită în cazul controlului planurilor înclinate cu ajutorul corzii.

Paralelismul și perpendicularitatea planurilor se controlează mai ales cu un cursor special cu indicator (fig. 70).

După ce fiecare dintre planurile *1* și *2* au fost verificate în ceea ce privește liniaritatea, pe unul dintre ele (de ex. *1*) se așază cursorul *3* cu indicatorul *4*, al cărui vîrf, la mișcarea cursorului, se sprijină pe planul *2*. Înclinările admisibile ale săgeții indicatorului sînt de 0,01—0,02 mm la 1 000 mm lungime.

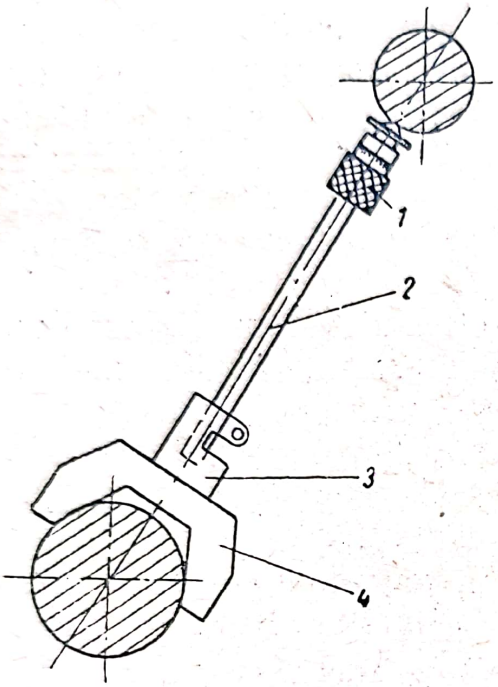


Fig. 71. Micrometrul de interior perfecționat pentru controlul paralelismului arborilor:
1 — cap micrometric; *2* — tijă; *3* — dispozitiv de strîngere; *4* — prismă.

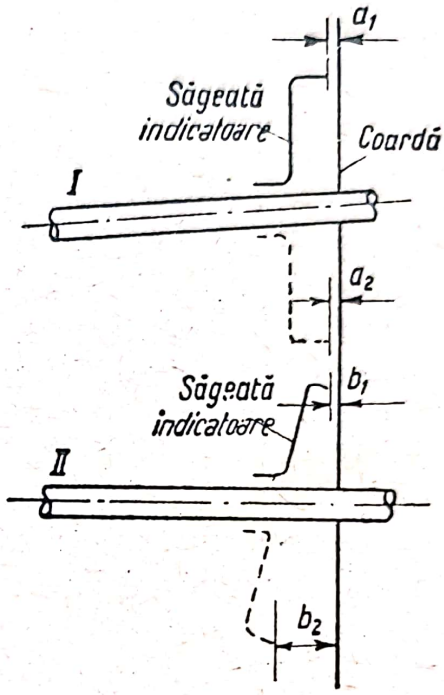


Fig. 72. Schemă de control al arborilor la paralelism cu ajutorul săgeților indicatoare.

Controlul *perpendicularității* poate fi realizat după o schemă analogă, cu ajutorul unui vinclu așezat pe suprafața controlată la perpendicularitate, sau se realizează prin metode speciale care depind de construcția subansamblului.

Cel mai simplu control al *paralelismului* axelor arborilor se realizează prin măsurarea distanței dintre arbori într-o serie de puncte cu ajutorul micrometrului de interior. Un micrometru de interior perfecționat este arătat în fig. 71.

În cazul controlului paralelismului arborilor se poate folosi de asemenea controlul cu ajutorul unei corzi, folosindu-se pentru aceasta două săgeți indicatoare (fig. 72). Coarda se așază după ce săgeata indicatoare a fost petrecută în prealabil pe arborele supus controlului. Pentru aceasta arborele *I* se răsucește concomitent cu săgeata indicatoare și, deplasînd un capăt al corzii, se realizează egalitatea $a_1 = a_2$. Coarda se fixează și se trece la îndrep-

tarea arborelui *II* cu ajutorul celei de a doua săgeți indicatoare, pînă cînd se obține egalitatea $b_1 = b_2$, b_1 nefiind în mod obligatoriu egal cu a_1.

Controlul *coaxialității arborilor* sau *orificiilor* reprezintă una din cele mai importante și complicate operații de control. Necesitatea unui astfel de control poate să apară atît în cursul procesului de asamblare propriu-zisă a mașinii (de ex. pentru asigurarea coaxialității unor cilindri de compresor amplasați consecutiv, sau pentru asigurarea coaxialității lagărelor unui arbore pe mai multe reazeme), cît și în cazul îmbinării arborelui mașinii cu arborele unui agregat auxiliar (reductor, electromotor etc.). Această operație se mai numește centrare și se execută, în funcție de scopul acesteia, prin diverse metode.

Centrarea găurilor se realizează cu ajutorul unei corzi după un dorn de control, cu metoda razei de lumină sau alte metode.

Centrarea cu ajutorul corzii repetă metodele controlului liniarității planurilor. Coarda se întinde aproximativ pe axa găurilor care trebuie centrate, se nivelează definitiv prin măsurători cu micrometrul de interior după unul din orificii, ales în calitate de orificiu de bază, după care, în raport cu coarda nivelată se centrează cu micrometre de interior celelalte orificii. În fiecare din orificii, inclusiv cel de bază, măsurătorile cu micrometrul de interior se fac cel puțin în două, trei planuri ale axelor perpendiculare, adică în cele două extremități ale orificiului și în mijlocul acestuia (fig. 73).

În fiecare plan se măsoară patru distanțe radial opuse, de la coardă pînă la suprafața interioară a orificiului [1]).

Prin centrare trebuie să se asigure în toate orificiile egalitatea următoarelor dimensiuni:

$$a_1 = a_2 = a_3 = a_4;\quad b_1 = b_2 = b_3 = b_4;\quad c_1 = c_2 = c_3 = c_4$$

În fig. 74 este arătată construcția subansamblelor de fixare și de tensionare a corzii, care asigură posibilitatea deplasării corzii după două axe în urma nivelării acesteia după orificiul de bază.

Pentru cazul de centrare cu coardă sînt valabile toate observațiile făcute mai înainte în ceea ce privește corecțiile la

---

[1]) Folosirea metodelor de analiză matematică pentru accelerarea centrării cu ajutorul corzii, vezi A. I. Șapiro, V. M. Baranovski, Труды ЛТИ, Ed. XLIII, 157 (1957).

săgeata corzii și referitor la problema ridicării preciziei controalelor cu ajutorul micrometrelor de interior electrice (p. 174).

Centrarea orificiilor amplasate apropiat și relativ mici poate să se facă cu ajutorul unui dorn de control cu discuri, ale căror dimensiuni sînt egale corespunzător cu diametrul găurilor (avînd în vedere un ajustaj liber).

Desigur că coaxialitatea completă a orificiilor va fi realizată atunci cînd la cele două orificii întregul joc va fi la partea superioară a îmbinării (dat fiind că în orificiul de bază, în lipsa unei incomodări din direcția pereților celorlalte orificii, discul prin greutatea sa se va așeza pe partea inferioară a suprafeței). În condițiile de reparație, centrarea cu ajutorul unui dorn cu discuri se folosește doar în cazurile cînd există posibilitatea unei utilizări repetate a acestui dispozitiv, în cursul reparației mașinilor de același model.

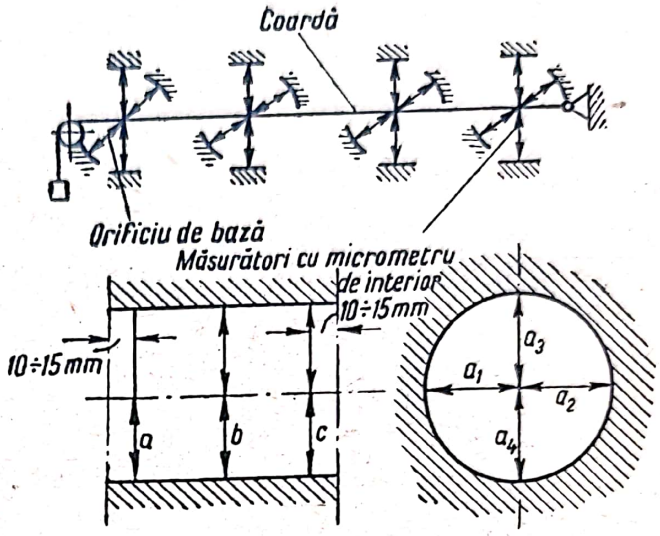


Fig. 73. Controlul coaxialității orificiilor.

Metoda de centrare a orificiilor amplasate la o distanță considerabilă, cu ajutorul razei de lumină, s-a folosit pentru prima oară la reparația vaselor. Folosirea acestei metode la reparația echipamentului chimic este cît se poate de rațională în cazul centrării lagărelor arborilor lungi ai unui grup de transmisii a valțurilor și calandrelor (industria de cauciuc), în cazul centrării lagărelor rolelor de sprijin pentru cuptoarele rotative, aparatelor de uscat și altor aparate, în cazul centrării lagărelor șnecurilor etc.

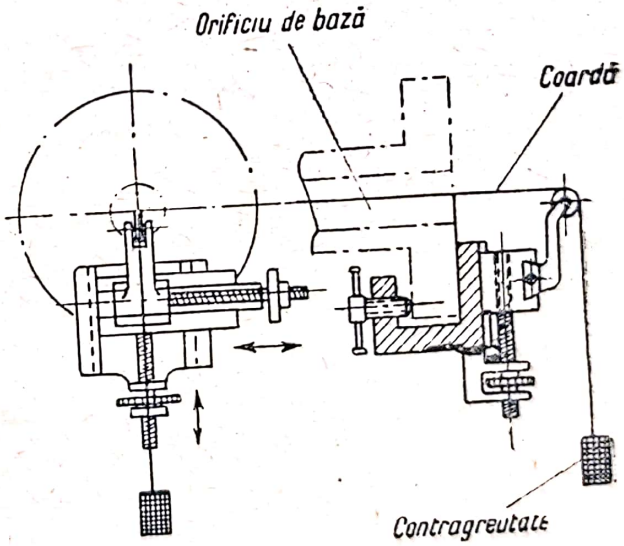


Fig. 74. Dispozitiv pentru întinderea și centrarea corzii.

Scanned with OKEN Scanner

Principiul metodei constă în următoarele: în toate lagărele supuse centrării se așază discuri ușoare (din lemn, tablă, aluminiu), cu repere mobile decupate în acestea (fig. 75, *a* și *b*), cu orificii centrale avînd diametrul de 1 mm. Aceste discuri sînt unse pe circumferință cu un lubrifiant oarecare pentru a se asigura posi-

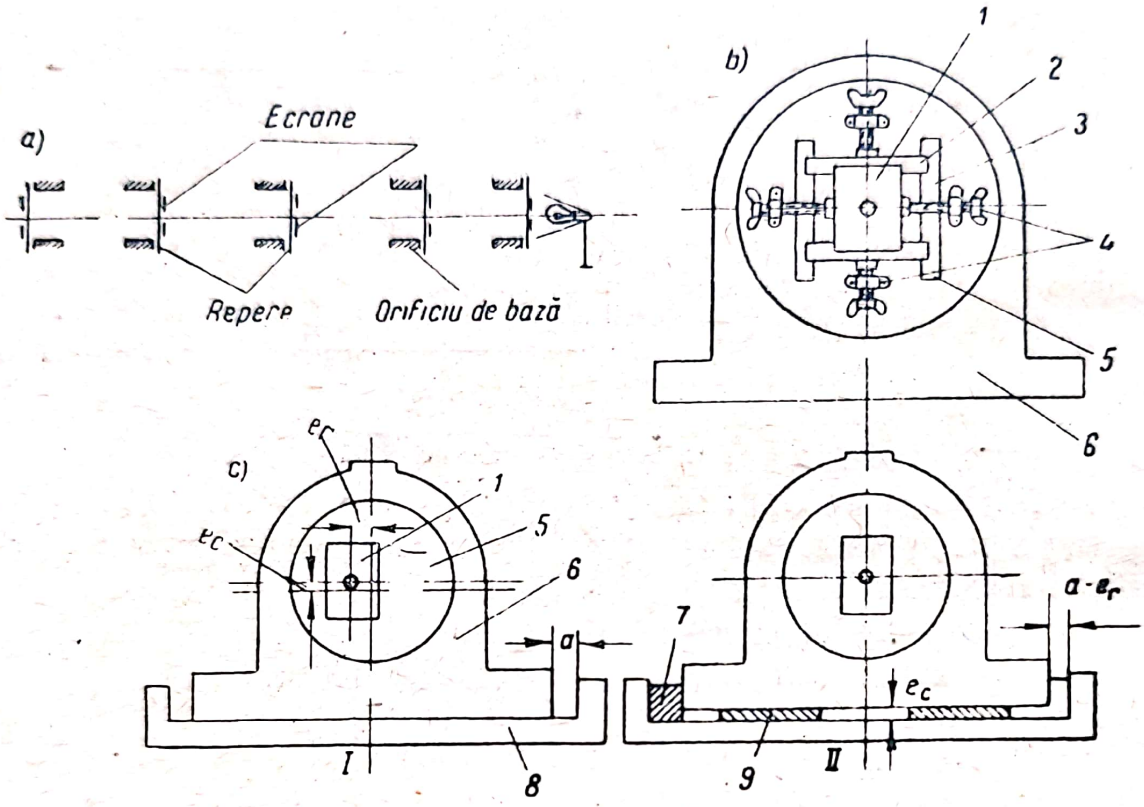


Fig. 75. Controlul coaxialității orificiilor cu ajutorul razei luminoase: *a* — schemă; *b* — ecran cu reper; *c* — poziția reperului în orificiu înainte și după centrare (*I* — înainte de centrare; *II* — după centrare); *1* — reper (din două jumătăți); *2* — glisiere superioare (mișcare transversală); *3* — glisiere inferioare (mișcare verticală); *4* —șuruburi pentru deplasarea reperului pe glisiere; *5* —ecran; *6* — lagăr; *7* — pană înclinată; *8* — placă; *9* —adaosuri.

bilitatea de pătrundere a luminii. Așezînd după orificiul lagărului extrem o sursă de lumină (o lampă electrică de 100—200 W, cu reflector), se găsește prin deplasarea reperului (consecutiv la fiecare orificiu supus centrării) o astfel de poziție, în care raza de lumină va fi reperată pe întreaga lungime a acesteia, adică va fi vizibilă în orificiul ultimului reper.

Ca rezultat al folosirii metodei descrise, pe toate ecranele lagărelor (în afară de primul, de bază), orificiile reperelor pot să se afle deplasate față de rizurile centrale ale ecranelor, coordonate după centrul lagărelor.

Determinînd excentricitatea în fiecare caz (de exemplu, *e* mm), se deplasează piesa supusă centrării pe o distanță egală

Scanned with OKEN Scanner

cu respectiva excentricitate, adică se suprapun centrele discurilor cu orificiile reperelor (fig. 75, *c*). Printr-o iluminare repetată se controlează coaxialitatea orificiilor în toate reperele.

Centrarea arborilor, ca și asigurarea coaxialității orificiilor constă în îndepărtarea a două tipuri de defecte de poziții: deplasarea axelor arborilor îmbinați și denivelarea axelor (fig. 76). Defectul de primul tip apare sub forma unei diferențe de jocuri radiale a_1 și a_2 între suprafețele fusurilor arborilor și liniile paralele la axa unuia dintre arbori, considerat de bază. Defectul de al doilea tip poate fi caracterizat prin următoarele:

1) după diferența jocurilor axiale b_1 și b_2;

2) după diferența jocurilor radiale c_1 și c_2, între suprafața fusului unuia dintre arbori, în două puncte unul după altul pe lungime, și linia paralelă față de axa arborelui de bază;

3) după unghiul de denivelare φ.

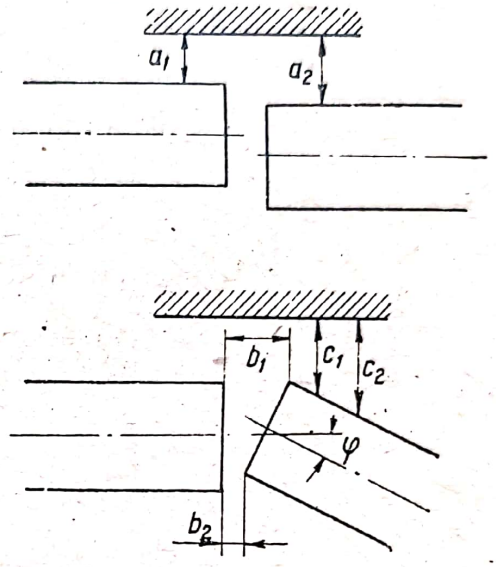


Fig. 76. Deplasarea și denivelarea arborilor.

Astfel, centrarea în principiu constă în îndepărtarea deplasărilor și denivelării axei pe baza unei determinări concomitente a diferenței jocurilor radiale a_1 și a_2 și a uneia din diferențele jocurilor $b_1 - b_2$ sau $c_1 - c_2$, sau a unghiului φ.

În practică se folosesc următoarele metode de centrare:

a) după semi-mufe, cu ajutorul riglei în baza măsurătorii diferenței $a_1 - a_2$ și a aprecierii aproximative a diferenței $c_1 - c_2$;

b) cu săgeți radial-axiale, în baza măsurătorii diferențelor $a_1 - a_2$ și $b_1 - b_2$;

c) cu săgețile biradiale, în baza măsurătorilor diferențelor $a_1 - a_2$ și $c_1 - c_2$;

d) cu instrumente speciale, în baza măsurătorilor diferenței $a_1 - a_2$ și a unghiului de denivelare φ.

Cea mai simplă dar și cea mai puțin precisă „centrare după mufe" se realizează cu ajutorul riglei și al șublerului.

O riglă de oțel se aplică cu muchia îngustă la suprafața exterioară laterală a semi-mufei arborelui de bază, în două, trei poziții. Ambii arbori rămîn în acest caz nemișcați și de aceea determinarea jocului $a_1 - a_2$ dintre riglă și suprafața semi-mufei arborelui supus centrării în toate pozițiile va fi suficient de

laborioasă și inexactă, mai ales în cazurile cînd diametrele semi-mufelor diferă apreciabil, iar valorile absolute ale jocurilor a_1 și a_2 sînt mari.

Folosirea săgeților indicatoare corijează și accelerează controlul.

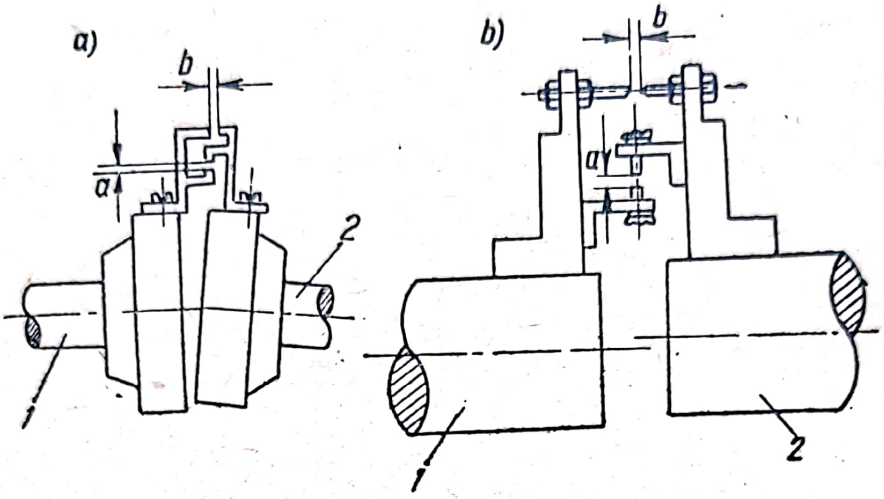


Fig. 77. Controlul coaxialității cu ajutorul săgeților indicatoare (ace):
a — după semi-mufe; *b* — nemijlocit după arbori.

Săgețile indicatoare radial-axiale se fixează pe suprafața exterioară a semi-mufelor sau pe fusele arborilor. Construcția săgeților indicatoare pentru centrare diferă de cea descrisă mai sus prin aceea că fiecare săgeată are două extremități. Săgețile sînt fixate la flanșele semi-mufelor prin cel puțin doi limitatori, iar la fusele arborilor, cu coliere sau cu ajutorul magneților.

Montînd săgețile indicatoare (fig. 77), se măsoară cu șublerul fantele a_1 (radială) și b_1 (axială), în poziția inițială a arborilor *1* și *2*. După aceea se rotesc cei doi arbori împreună, cu 90, 180 și 270° și se măsoară de fiecare dată fantele corespunzătoare a_2 și b_2, a_3 și b_3, a_4 și b_4. Rezultatele măsurătorilor se înscriu într-o diagramă circulară, după cum este indicat în fig. 78. Rolul centrării va fi o astfel de deplasare a arborelui supus centrării față de arborele de bază, prin care se va obține egalitatea fantelor $a_1 = a_2 = a_3 = a_4$ și $b_1 = b_2 = b_3 = b_4$ [1]).

Folosirea metodei de control cu săgeți indicatoare creează toate premizele necesare pentru determinarea prin calcul a deplasărilor arborelui supus centrării.

---

[1]) Măsurătorile axiale *b* pot fi deformate în cazul unei deplasări axiale a arborelui în cursul rotirii; de aceea, jocul axial la cei doi arbori trebuie ales.

Scanned with OKEN Scanner

Înlăturarea deplasării și ruperii impune o deplasare a lagărului A pe verticală la o distanță X_A și perpendicular față de axa arborelui de bază la o distanță Y_A. Lagărul B trebuie să execute o deplasare asemănătoare la

$$X_B = \frac{L+l}{l} X_A \quad \text{și} \quad Y_B = \frac{L+l}{l} Y_A$$

Prin urmare, trebuie să fie găsită legătura dintre deplasările X_A și Y_A, X_B și Y_B, precum și între fantele $a_1 \ldots a_4$ și $b_1 \ldots b_4$.

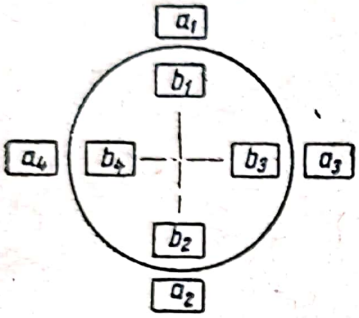


Fig. 78. Diagrama circulară a centrării după săgeți indicatoare:
$a_1 \ldots a_4$ — jocuri radiale;
$b_1 \ldots b_4$ — jocuri axiale.

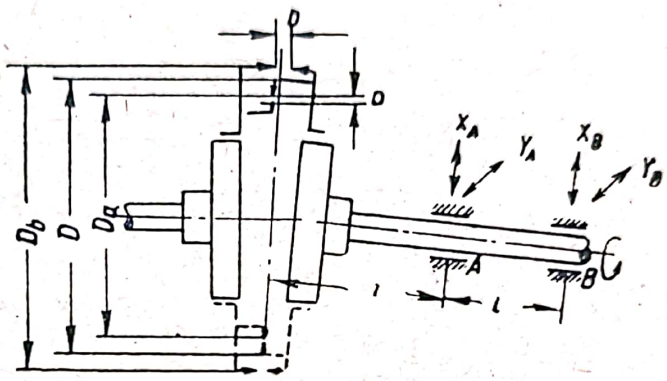


Fig. 79. Schema pentru calculul deplasărilor X și Y ale lagărelor A și B.

Dacă diametrele punctelor măsurate a și b vor fi înlocuite cu aproximație cu diametrul mediu al măsurătorii D (fig. 79), adică presupunînd că $D_a \cong D_b = D$ (fapt care într-o mică măsură va deforma rezultatul centrării) atunci legătura căutată se va exprima prin următoarele ecuații:

pentru lagărul A:

$$X_A = \frac{l}{D}(b_2 - b_1) + \frac{a_2 - a_1}{2}$$

$$Y_A = \frac{l}{D}(b_4 - b_3) + \frac{a_4 - a_3}{2}$$

pentru lagărul B:

$$X_B = \frac{L+l}{D}\left[\frac{l}{D}(b_2 - b_1) + \frac{a_2 - a_1}{2}\right]$$

$$Y_B = \frac{L+l}{D}\left[\frac{l}{D}(b_4 - b_3) + \frac{a_4 - a_3}{2}\right]$$

Folosind aceste formule trebuie avut în vedere că indicii 1 și 2 corespund măsurătorilor pe verticală (adică în pozițile su-

perioară și inferioară ale săgeților indicatoare), iar indicii 3 și 4, măsurătorilor pe orizontală (adică în dreapta și stînga poziției săgeților indicatoare).

Centrarea arborilor cu ajutorul săgeților indicatoare biradiale se face după jocurile radiale, în două secțiuni.

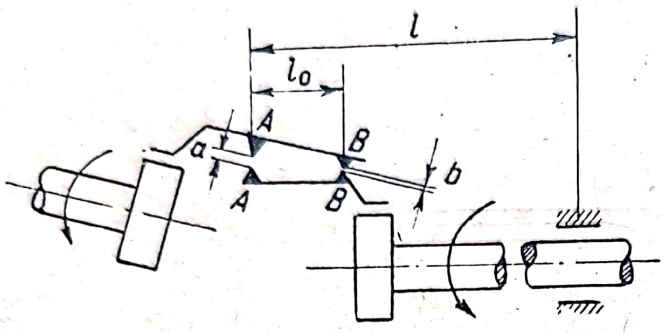


Fig. 80. Schema de centrare cu săgeți indicatoare biradiale.

Pe arborii supuși centrării se petrec bucșe sau coliere cu săgeți, după cum este ilustrat în fig. 80. Măsurătorile se fac în două secțiuni $A-A$ și $B-B$ în patru poziții, adică prin rotirea celor doi arbori cu 0, 90, 180 și 270°. Secțiunile $A-A$ și $B-B$ trebuie să se găsească una față de alta la o distanță l_0 cît mai mare (pentru mărirea preciziei centrării).

Dacă se vor nota măsurătorile în secțiunea $A-A$ prin a_1, a_2, a_3 și a_4, iar în secțiunea $B-B$ respectiv prin c_1, c_2, c_3 și c_4, atunci pentru oricare lagăr, care se găsește față de secțiunea $A-A$ la o distanță l, deplasarea necesară a lagărelor se va determina prin ecuațiile:

$$X = \frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{l}{l_0}\left[\frac{(c_1 - c_2) - (a_1 - a_2)}{2}\right]$$

$$Y = \frac{a_3 - a_4}{2} + \frac{l}{l_0}\left[\frac{(c_3 - c_4) - (a_3 - a_4)}{2}\right]$$

Abaterile remanente, admisibile ale jocurilor a și b (după diagrama circulară) în urma centrării cu una din metodele mai sus indicate, sînt cuprinse în tabela 16.

Tabela 16

Norme de centrare

Tipuri de îmbinări ale arborilor	Diferențe maxime $a_2 - a_1$ și $a_4 - a_3$ mm	Diferențe maxime $b_2 - b_1$ și $b_4 - b_3$ mm
La îmbinarea rigidă a arborilor	0,05	0,03
La îmbinarea semirigidă a arborilor	0,1	0,04
La îmbinarea flexibilă a arborilor	0,15	0,05

Operațiile de centrare descrise mai sus se execută în cursul asamblării și prin urmare în situația de nefuncționare a mașinilor.

Scanned with OKEN Scanner

După punerea în funcțiune a mașinii și obținerea regimului ei stabilizat, au loc o serie de deplasări de neînlăturat ale unor subansamble și piese, ca urmare a variației temperaturii, „flotării" arborilor în rotire în fusurile acestora, a acțiunii presiunii, forțelor de inerție etc. Mărimea și direcția unei astfel de „descentrări" poate fi parțial luată în considerare din timp[1]).

Luarea în considerare preliminară a cauzelor mai sus enumerate precum și a altor cauze de descentrare este obligatorie în cursul asamblării mașinilor mari importante (turbomașini de suflat gaz, centrifuge mari, compresoare puternice, rotative și cu piston etc.).

Pe lîngă controalele la orizontalitate, verticalitate, paralelism, perpendicularitate și coaxialitate descrise mai sus ale celor mai importante elemente ale mașinii, se întîlnesc un mare număr de alte controale speciale pentru fiecare construcție de mașini.

Unele noțiuni în ceea ce privește aceste controale specifice vor fi expuse în capitolele V—X, în cadrul descrierii tehnologiei de reparații a unor tipuri de utilaj chimic.

ECHILIBRAREA ÎN CURSUL ASAMBLĂRII

Echilibrarea este o operație ce se efectuează asupra pieselor sau subansamblelor de rotire pentru înlăturarea forțelor de inerție neechilibrate, sau a momentelor care apar datorită necorespondenței centrului de greutate al piesei (subansamblului) cu axa de rotire geometrică. Neechilibrarea masei pieselor are întotdeauna o origine[2]) întîmplătoare (eroziuni amplasate într-o singură parte sau incluziuni în piesa turnată, excentricitatea la prelucrarea cu mașini-unelte etc.); nu se poate deci determina cantitativ și depista în procesul echilibrării.

O influență dăunătoare a neechilibrării maselor pieselor în rotire, asupra funcționării mecanismelor mașinilor, apare înainte de orice sub forma vibrației piesei și a reazemelor acesteia, iar mai apoi sub forma unei uzuri accelerate nu numai a reazemelor pieselor, dar și a altor piese ale mașinii.

---

[1]) Șostakovici B. V. Методика центровки паровых турбин. Госэнергоиздат, cap. IV, 1947.

[2]) În acest caz nu se are în vedere neechilibrarea constructivă a pieselor excentrice de tip arbore cotit etc., care trebuie să fie compensată printr-o contragreutate calculată, pentru că în ceea ce privește echilibrarea și în acest caz să rămînă doar reliefarea și înlăturarea unei dezechilibrări „tehnologice" întîmplătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Neechilibrarea corpurilor de rotație, care se apropie în ceea ce privește forma de un disc subțire (diferite roți de lucru ale compresoarelor centrifugali și ale pompelor, discurile dezintegratoarelor, șaibe de prăfuire etc.) se manifestă prin apariția unei forțe centri-

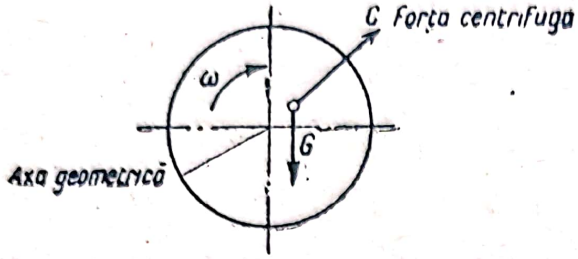


Fig. 81. Neechilibrarea discului în rotire (forța centrifugă C).

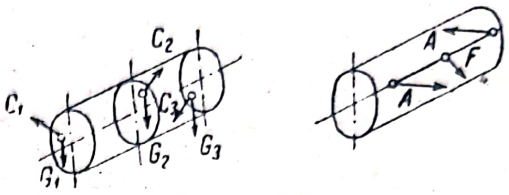


Fig. 82. Neechilibrarea rotorului care se reduce la un moment și la o forță F.

fuge rezultante C, care se găsește în același plan cu forța greutății discului G (fig. 81).

Echilibrarea unor astfel de piese se face cu mijloace relativ simple și se numește „*echilibrare statică*".

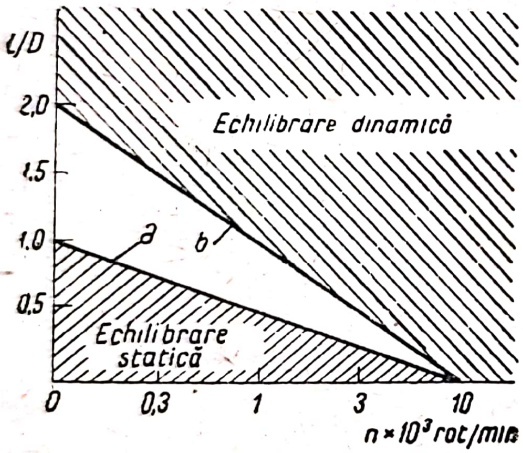


Fig. 83. Limitele echilibrării statice și dinamice:

a — limitele echilibrării statice și dinamice pentru piese importante; *b* — idem, pentru piese mai puțin importante.

Corpurile de rotație, dezvoltate în lungime (în direcția axială), pot fi reprezentate sub forma unei serii de discuri subțiri, în fiecare din acestea putînd apărea forțe centrifuge neegale din punct de vedere al mărimii și direcției, care pot forma momentul $A-A$ (fig. 82) și forța rezultantă F.

Reliefarea și echilibrarea momentului forțelor centrifuge reprezintă o problemă incomparabil mai complicată și operația corespunzătoare, așa-denumita „*echilibrare dinamică*", se execută în condiții de reparații într-o mare măsură aproximativ și doar în cazuri de răspundere (coșurile centrifugilor mari, roțile ventilatoarelor mari etc.).

Amplitudinea vibrațiilor provocate de piesele neechilibrate este proporțională cu pătratul numărului de rotații, datorită cărui fapt limitele de utilizare a echilibrării statice și dinamice se determină nu numai prin raportul lungimii piesei L la diametrul acesteia D, ci și prin viteza mișcării piesei. Această dependență este arătată în fig. 83, iar dreapta limitatoare inferioară cores-

Scanned with OKEN Scanner

punde echilibrării mașinilor precise, iar cea superioară — mașinilor mai puțin precise. Sub dreptele limitatoare se găsește domeniul echilibrării statice, iar deasupra acestor drepte domeniul echilibrării dinamice.

Echilibrarea statică

Mărimea forței centrifuge C, care apare într-un disc plat în rotire și neechilibrat, poate fi caracterizată în două moduri distincte (fig. 84):

1. Prin deplasarea centrului de greutate al masei cu greutatea G, cu excentricitatea e, față de axa de rotire, forța centrifugă va fi:

$$C = \frac{G}{g} e \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \qquad (1)$$

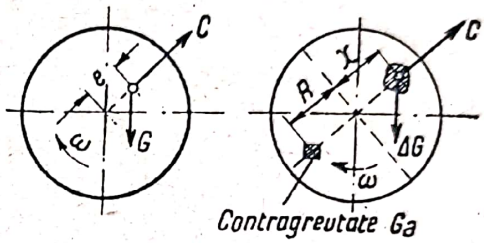


Fig. 84. Două metode de descriere a neechilibrării unui disc subțire.

2. În cazul neechilibrării masei de greutate ΔG (suplimentară față de masa jumătății simetrice a discului), amplasată față de axa de rotație la o distanță x, forța centrifugă va fi exprimată:

$$C = \frac{\Delta G}{g} x \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \qquad (2)$$

Pentru înlăturarea forței centrifuge, folosind ecuația (1), trebuie aflată „e“, excentricitatea centrului de greutate (presupunînd G și n cunoscute); folosind ecuația (2) trebuie aflate ΔG și x, adică masa neechilibrată și brațul ei de pîrghie. Practic, a doua cale este mai simplă: în locul produsului $\Delta G x$ se află mărimea greutății Ga, care aplecîndu-se pe un oarecare braț de pîrghie va asigura egalitatea momentelor

$$GaR = \Delta G x$$

Greutatea Ga se aplică după aceea ori sub forma unei contragreutăți în partea opusă masei neechilibrate ΔG, cu un braț R, ori invers, se scoate din partea mai grea la un același braț de pîrghie.

Din ecuațiile (1) și (2) reiese că o excentricitate mică x și o masă neechilibrată mică cu o greutate ΔG pot provoca o forță centrifugă considerabilă. Astfel, de exemplu, dacă $\Delta G = 100$ g la un braț $x = 2{,}5$ mm, în cazul cînd $n = 3\,000$ rot/min,

$$C = \frac{0{,}1}{9{,}81}\left(\frac{\pi \cdot 3\,000}{30}\right)^2 \cdot 0{,}0025 = 2{,}5 \text{ kg}$$

Scanned with OKEN Scanner

adică în cazul de față forța centrifugă C este de 25 ori mai mare decît masa neechilibrată care a provocat-o.

Precizia echilibrării se apreciază prin mărirea forței centrifuge remanente după executarea operației de mai sus.

Diversele instrucțiuni existente în literatură sînt contradictorii, fapt care desigur se explică prin influența apreciabilă a construcției și regimul de funcționare a fiecărei mașini asupra amplitudinii admisibile a vibrațiilor și prin urmare asupra forței centrifuge admisibile.

Considerăm rațional a se recomanda valorile forțelor centrifuge remanente admisibile, între următoarele limite:

În cazul echilibrării statice:

1. Pentru mașinile rapide importante (clasa I)

$C_{rem} = 10\%$ din greutatea rotorului G

2. Pentru mașini cu greutate medie sau mică, la $n \leqslant 1\,500$ rot/min (clasa a II-a)

$C_{rem} = 20\%$ din greutatea rotorului G

În cazul echilibrării dinamice:

$C_{rem} \leqslant 2\%$ din greutatea rotorului G

Precizia necesară echilibrării poate fi caracterizată de asemenea în funcție de amplitudinea remanentă a vibrației lagărului subansamblului echilibrat în cazul turației de lucru. Valorile recomandate sînt următoarele:

pentru mașini clasa I ..... $a_{rem} \leqslant 0{,}06$ mm (60 μ)
„ „ a II-a ..... $a_{rem} \leqslant 0{,}10$ mm (100 μ).

La baza tuturor metodelor de echilibrare statică stau considerațiile cunoscute ale staticii.

1. În cazul unei suspendări libere sau sprijinirii unui corp material neechilibrat, centrul său de greutate real va tinde întotdeauna să ocupe poziția cea mai de jos, adică în cazul concret al corpurilor de rotație acesta se va amplasa pe diametrul vertical mai jos de axa de rotație.

2. Echilibrarea totală a corpului creează condițiile echilibrului indiferent.

Sprijinirea piesei echilibrate este totdeauna legată de apariția momentelor de frecare în reazeme, care limitează rotirea piesei sub acțiunea momentului de neechilibrare.

În funcție de precizia necesară respectivei operații și de mărimea momentului posibil de frecare în reazem, se poate realiza:

a) echilibrarea fără a se lua în considerare momentul de frecare;

Scanned with OKEN Scanner

b) echilibrarea prin metode care elimină într-o mare măsură influența frecării.

Înainte de a compara aceste două metode principale ale echilibrării statice, vom cerceta tehnica și dispozitivele folosite în acest scop.

Discul echilibrat se petrece pe arborele său de lucru sau pe o montură specială și se instalează pe un dispozitiv de echilibrare. În acest caz trebuie să existe certitudinea completă că arborele folosit sau montura sînt rectilinii, iar fusurile sînt cilindrice și cu diametre identice. În calitate de dispozitive pentru sprijinire se folosesc:

1) prisme (cuțite);
2) role sau discuri;
3) vîrfuri;
4) greutăți.

Cel mai simplu tip de dispozitiv, „prismele", reprezintă doi suporți pe ale căror suprafețe orizontale superioare se așază cuțite (fig. 85). Cuțitele se execută din oțel rezistent de construcție și se verifică la orizontalitate și paralelism cu o precizie de 0,02 mm/m·l. Lățimea b a suprafeței de lucru a fiecărei prisme (în mm) se alege $b \geqslant \frac{G}{2d}$ (unde d este diametrul fusului arborelui sau monturii, mm; G — greutatea subansamblului de echilibrat, kg).

Cuțitele de formă prismatică pot fi înlocuite prin ghidaje de secțiune rotundă sau în formă de șină.

Pentru nivelarea cuțitelor (aflarea într-un plan orizontal unic) suporții sau batiurile sînt echipate cu șuruburi micrometrice, instalîndu-le pe un suport masiv din beton.

Subansamblul supus echilibrării este instalat pe dispozitiv astfel ca axa arborelui (monturii) să fie perpendiculară pe cuțite. Pentru îndepărtarea frecării în stare de repaus, subansamblului i se imprimă un șoc ușor, care va provoca alunecarea acestuia pe cuțit. După amortizarea oscilației, piesa supusă echilibrării se așază singură în poziția „jos" a centrului de greutate[1]). Desenînd linia razei superioare verticale, se aplică într-un punct oarecare al acestei raze greutăți tarate de compensare (de exemplu magneți sau balansori), tatonînd greutatea acestora pînă în momentul cînd, la șocuri mici repetate, subansamblul va indica un echilibru indiferent, adică raza desenată se va așeza într-o poziție oarecare.

---

[1]) Neluînd în considerare rezistența la rostogolire.

Prin aceasta echilibrarea se sfîrșește, subansamblul se scoate de pe dispozitiv, se calculează greutatea contragreutăților (se cîntărește) și în continuare se realizează partea a doua a operației, fixarea contragreutăților permanente (prin sudare, cu buloane sau alte metode) sau înlăturarea din partea grea a discului a

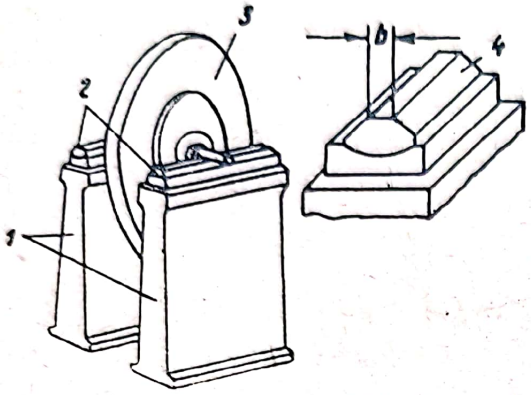


Fig. 85. Prisme pentru echilibrare statică:

1 — suporți; *2* — prisme (cuțite); *3* — discul supus echilibrării; *4* — prismă care se autoreglează.

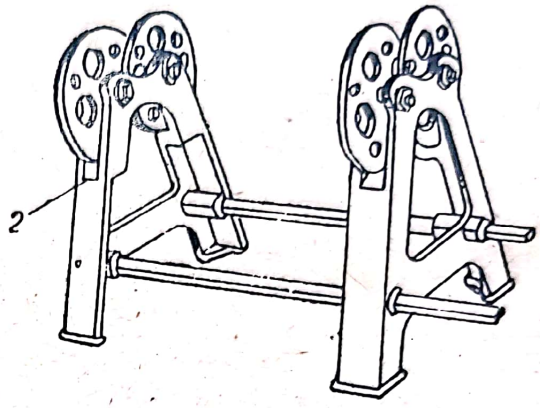


Fig. 86. Dispozitiv de echilibrare cu role.

unei cantități de metal egală cu greutatea contragreutăților (prin degroșare, rabotare etc.).

Vom determina precizia posibilă a echilibrării pe prisme.

În cazul fusurilor arborilor (monturii) cu diametrul egal, momentul de frecare

$$M_r = G_f$$

în care:

G este greutatea subansamblului (piese pe montură);

f — coeficientul de rezistență la rostogolire, 0,03 pînă la 0,07 mm (oțel pe oțel).

Prin urmare, în medie, momentul de rostogolire $M_r = 0{,}005\,G$ kg/cm. Vom determina în continuare forța centrifugă remanentă C:

$$M_r = M_{rem} = G_{rem}\,x$$

$$C_{rem} = \frac{G_{rem}}{g}\,x\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 = \frac{M_r}{g}\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 = \frac{0{,}005}{g}\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 G$$

De unde

la $n = 250$ rot/min... $C_{rem} = \dfrac{0{,}005 \cdot \pi^2 \cdot 250^2}{981 \cdot 900} G = 0{,}0035\ G$

la $n = 500$ rot/min... $C_{rem} = \dfrac{0{,}05 \cdot \pi^2 \cdot 500^2}{981 \cdot 900} G = 0{,}014\ G$

Scanned with OKEN Scanner

la $n = 1\,000$ rot/min... $C_{rem} = \frac{0{,}05 \cdot \pi^2 \cdot 1\,000^2}{981 \cdot 900} G = 0{,}056\ G$

la $n = 1\,500$ rot/min... $C_{rem} = \frac{0{,}05 \cdot \pi^2 \cdot 1\,500^2}{981 \cdot 900} G = 0{,}126\ G$

Astfel, pentru piesele utilizate la diverse turații de lucru, efectul real al echilibrării nu va fi același.

Cu scopul de a limita vibrațiile între limite practic admisibile, forța centrifugă C nu trebuie în nici un caz să întreacă 10 — 20% din greutatea subansamblului C și prin urmare potrivit gradului de precizie obținut, fără a se lua în considerare momentul de rostogolire, se permite folosirea echilibrării pe prisme pentru piesele mașinilor importante cu o viteză de funcționare $n \leqslant 1\,200$ rot/min și pentru piesele mașinilor mai puțin precise (pompe, ventilatoare etc.) cu $n \leqslant 1\,800$ rot/min.

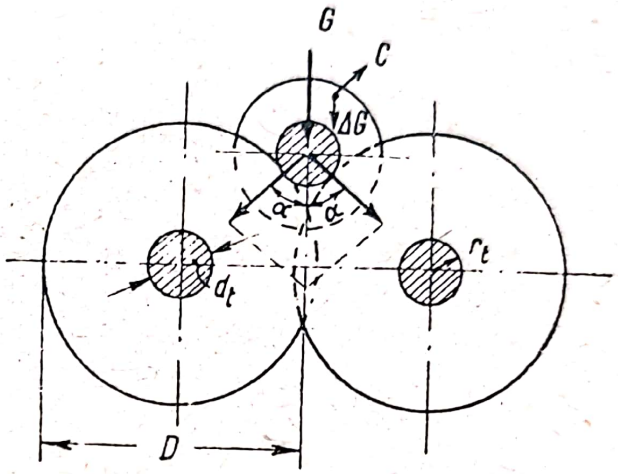


Fig. 87. Schemă pentru calculul momentului de rostogolire în cursul echilibrării.

Echilibrarea pe discuri se realizează cu ajutorul dispozitivului ilustrat în fig. 86 și care constă dintr-un batiu sau doi suporți cu două role sau discuri pe fiecare suport, care se rotesc liber pe rulmenți cu bile.

Tehnica de echilibrare rămîne aceeași, ca și pe prisme, doar cu diferența că subansamblul supus echilibrării nu se rostogolește ci se rotește.

În acest caz, rezistența la rostogolire va apărea atît în punctele de sprijin ale monturii pe role, cît și în rulmenții cu bile ai rolelor.

Momentul de rostogolire în toți cei patru rulmenți (fig. 87) va fi:

$$M_{rem} = \frac{G}{\cos \alpha}\left(f_1 + f_2 \frac{r_0\, r_f}{R_d}\right)$$

în care: f_1 este coeficientul de rezistență la rostogolire a monturii pe disc, egal ca și mai înainte cu 0,03—0,07 mm;

r_0 — raza fusului monturii piesei supuse balansării;

r_f — raza fusului axei discului;

R_d este raza discului;

f_2 — coeficientul de rezistență în rulmenți, egal cu aproximativ 0,01;

α — jumătatea unghiului la centru, egală cu 20 — 40°.

Este ușor de stabilit că atunci cînd $r_0 = 2 \ldots 3$ cm, $r_f/R_d = 1/5 \ldots 1/10$, iar $f_1 = 0{,}005$ cm,

$$M_{rem} = \frac{G}{0{,}86 \ldots 0{,}93}\left(0{,}005 + 0{,}01 \cdot 3\,\frac{1}{5 \ldots 10}\right) = 0{,}009 \ldots 0{,}013\,G$$

Prin urmare, momentul remanent după echilibrarea pe discuri este de două ori sau chiar mai mare decît momentul remanent după echilibrarea pe prisme (cuțite). Cu toate acestea la role există posibilitatea de a echilibra subansamble, arbori care au fusuri pe diametru diferit, prin reglarea distanței interaxiale dintre role sau înălțimea poziției lor.

Lățimea rolelor este aleasă din condiția tensiunii admisibile la strivire după formula lui Herz:

$$b = \frac{0{,}418^2\,G\left(\frac{D_{rol} + d_f}{2}\right)}{[\sigma_{ad}]\ D_{rol}\ d_f}$$

în care: D_{rol} este diametrul rolei;

$[\sigma_{ad}]$ — tensiunea admisibilă la strivire, kgf/cm².

Micșorarea influenței momentului de rostogolire din reazeme asupra preciziei echilibrării poate fi realizată cu ajutorul unor metode artificiale.

Dacă momentul de neechilibrare ΔGx este egal sau mai mic decît momentul de rostogolire iar subansamblul supus echilibrării, în cazul așezării sale pe prisme sau role, se va găsi în stare de *echilibru indiferent aparent* (așa-denumitul caz de echilibrare „*neevidentă*"), echilibrarea se realizează în felul următor:

Piesa este divizată după circumferință în Z părți egale ($Z \geqslant 8$). În fiecare din cele Z puncte la brațe de pîrghie egale R se aplică consecutiv contragreutăți de diferite mărimi (h_1, $h_2 \ldots h_z$), astfel alese încît unghiurile de rotire ale piesei provocate de acestea să fie în toate pozițiile egale adică $\varphi_1 = \varphi_2 = \ldots \varphi_z$.

Evident că neechilibrarea ΔG este amplasată în regiunea de fixare a celei mai mici contragreutăți, adică îi corespunde lui h_{min}.

Atunci, ca urmare a egalității unghiurilor de rotire, va fi satisfăcută ecuația momentelor

$$h_{max}\,R\cos\varphi - M_{neech} - M_r = h_{min}\,R\cos\varphi + M_{neech} - M_r$$

Scanned with OKEN Scanner

Contragreutatea căutată va fi

$$Ga = \frac{M_{necech}}{R} = \frac{(h_{max} - h_{min})\, R \cos \varphi}{2R} \cong \frac{h_{max} - h_{min}}{2}$$

(deoarece la un unghi mic, $\cos \varphi \cong 1$).

În încheiere ne vom opri asupra tehnicii celei de a doua părți a operației de echilibrare și anume aplicarea sau îndepărtarea greutății Ga.

Mărirea greutății „jumătății ușoare" se face de obicei:

1) prin sudarea unei contragreutăți constante, a cărei greutate trebuie să fie mai mică decît a contragreutății de balansare G_a cu o mărime egală cu greutatea cordoanelor de sudură. Cu scopul de a se mări siguranța îmbinării, trebuie, în măsura posibilităților, să se amplaseze materialul care se sudează astfel, încît acesta să fie apăsat de către forța centrifugă la elementul piesei și să nu aibă tendința de a fi smuls;

2) prin găurirea unui orificiu și turnare de plumb în acesta, orificiul avînd o astfel de direcție încît plumbul să fie reținut de către forța centrifugă și să nu aibă tendința de a ieși în afară;

3) prin nituire de metal.

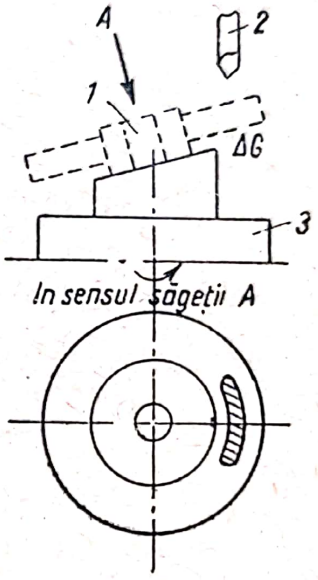


Fig. 88. Îndepărtarea greutății suplimentare ΔG la strungul carusel:
1 — piesă supusă echilibrării; *2* — cuțit; *3* — planșaibă.

Micșorarea greutății „jumătății grele" poate fi obținută prin dăltuire manuală, pilire sau prin strunjire la strung.

În fig. 88 se arată, drept exemplu, cum se îndepărtează metalul în regiunea discului prin strunjire, la strung carusel, pe un suport înclinat.

Deși echilibrarea statică se folosește mai ales pentru piese de forma unui disc cu o lungime mică a rotorului L, este totuși necesar a se ține seama de posibilitatea apariției unui moment dăunător al cuplului de forțe $\Delta G - G_a$, cu brațul de pîrghie L, în cazul unei fixări unilaterale a contragreutății G_a sau prin îndepărtarea greutății corespunzătoare.

Este necesar de aceea a se executa, în măsura posibilității, echilibrarea finală a pieselor prin aplicarea a două contragreutăți egale $\frac{G_a}{2}$ în ambele părți frontale ale piesei.

Scanned with OKEN Scanner

Echilibrarea dinamică se realizează în cazul reparațiilor de răspundere ale mașinilor centrifuge și rotative cu o lungime dezvoltată a rotorului. O echilibrare dinamică precisă, care reduce amplitudinea vibrației pînă la sutimi de milimetru, se realizează cu ajutorul unor mașini speciale complicate și a căror costisitoare folosire este justificată doar în cazul construirii de mașini noi la uzine constructoare de mașini. În condițiile de reparație, mașinile de echilibrare nu se pot folosi; totuși, renunțarea la echilibrarea dinamică nu este oricînd posibilă.

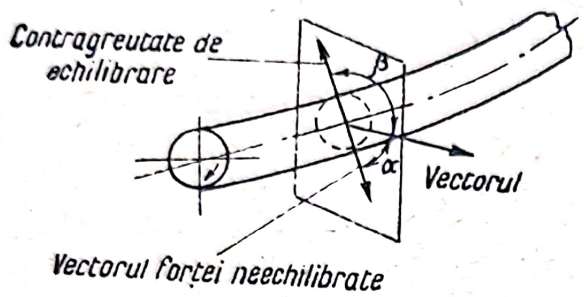


Fig. 89. Întîrzierea vectorului de încovoiere a arborelui față de vectorul forței neechilibrate.

De aceea, se folosește echilibrarea dinamică aproximativă a rotoarelor în lagăre proprii, la un număr de turații corespunzător celui de funcționare. Neprecizia principală a metodelor de echilibrare realizate pe o astfel de bază constă în aceea că vibrația lagărelor rigide ale rotorului depinde nu numai de starea de neechilibru a masei rotorului însuși, dar și de multe cauze suplimentare. Se deosebesc două metode principale de echilibrare dinamică: metoda reperelor maxime și metoda ocolirii cu o greutate, metode care sînt studiate aici în cîteva variante care pot fi folosite în practica de reparații.

1. Metoda reperelor maxime fără măsurarea valorii amplitudinii.

La baza acestei metode stau următoarele presupuneri:

a) amplitudinile vibrațiilor sînt direct proporționale cu forțele (de neechilibrare) care le provoacă;

b) forța de perturbație (adică un supliment de greutate unilateral) atrage după sine încovoierea arborelui, considerîndu-se că direcția încovoierii maxime se găsește față de direcția forței neechilibrate la un unghi α (fig. 89); în planul de secționare se arată rămînerea în urmă a săgeții de încovoiere față de direcția forței, care crește o dată cu creșterea vitezei unghiulare a piesei și care atinge în cazul rotațiilor de rezonanță o valoare egală cu 90°. Desigur că greutatea de echilibrare trebuie să fie aplicată sub un unghi de 180° față de forța perturbatoare și prin urmare sub un unghi 180 — α înapoia vectorului de încovoiere a arborelui.

Scanned with OKEN Scanner

Practica arată că pentru mașinile cu două reazeme mărimea unghiului α reprezintă:

la n = 580...730 rot/min ...α = 15...20°; 180—α = 160 ..165°
„ n = 980 „ ...α = 25...30°; 180—α = 150...155°
„ n = 1 450 „ ...α = 35...45°; 180—α = 135...140°

c) vibrația rotorului are un caracter spațial și este observată în trei direcții: axială, verticală și transversală.

Echilibrarea se execută prin anihilarea vibrației într-o direcție, care indică amplitudinea cea mai mare a oscilației (presupunînd că prin anihilarea oscilației în această direcție în mare măsură se amortizează și oscilațiile în celelalte două direcții).

Tehnica de echilibrare după această metodă este următoarea:

La fiecare din cele două lagăre extreme, se aleg porțiuni deschise ale arborelui cu o lungime de 50 — 60 mm care se curăță și se vopsesc cu vopsea de cretă. Mai pe urmă se echilibrează pe rînd părțile *I* și *II* ale mașinii.

Către partea vopsită a arborelui *I* se apropie un dispozitiv de desenat și se fac 3 — 5 rizuri paralele. În cazul încovoierii arborelui aceste rizuri nu vor fi circulare și cu atît mai scurte cu cît este mai mare starea de neechilibrare și prin urmare încovoierea arborelui. Fiecare riz se împarte în jumătate și după aceea în limita mijlocurilor acestor rizuri se trage o linie pe generatoare și o rază corespunzătoare pe partea frontală a piesei, care indică direcția medie a săgeții de încovoiere (fig. 90).

Însemnînd rotirea unghiului β înapoi, față de rotirea arborelui, găsim direcția de aplicare a contragreutății de echilibrare a părții *I*[1]). Mărimea contragreutății de încercare se alege în prealabil după tabela 17 (întocmită după date experimentale). Identic se procedează și la echilibrarea părții *II*.

Tabela 17

Mărimea greutăților de probă

Numărul de rot/min	Greutatea de probă, în g, se ia în funcție de lungimea rizurilor pe circumferința arborelui (în fracțiuni de circumferință)			
	1/4	1/3	1/2	3/4
560—680	500	400	200	100
730—740	400	300	150	75
960—980	300	250	120	50
1 430—1 480	200	150	100	35

Observație. Greutățile indicate se aplică la un braț de 500—600 mm.

[1]) Contragreutatea se aplică pe partea frontală a rotorului cel mai îndepărtat de lagărul supus controlului.

Scanned with OKEN Scanner

După aceea se controlează contragreutățile de încercare printr-o pornire repetată a mașinii și, dacă lungimile rizurilor s-au mărit insuficient, se schimbă contragreutățile și se pornește mașina din nou ș.a.m.d., pînă cînd rizurile de pe ambele părți ale mașinii se apropie de o formă circulară. De obicei echilibrarea aproximativă a mașinii necesită nu mai puțin de 6 — 8 porniri[1]).

2. Echilibrarea dinamică după principiul rețelelor maxime cu măsurarea amplitudinilor vibrațiilor, de exemplu cu ajutorul vibroscopului NK-3[2]). Vibroscopul NK-3

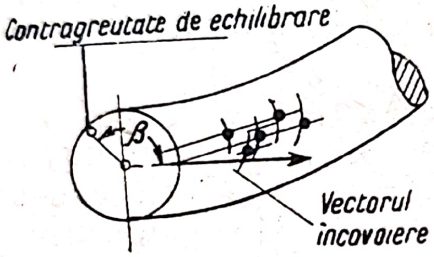


Fig. 90. Echilibrări după rizuri.

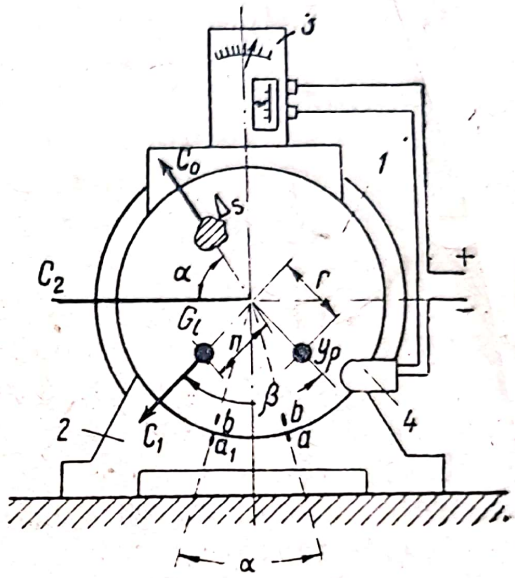


Fig. 91. Echilibrarea cu ajutorul vibroscopului NK:
1 — rotor; *2* — corpul rulmentului; *3* — vibroscop; *4* — lampă stroboscopică.

constă dintr-un vibrometru cu indicator, dintr-un redresor de curent și dintr-o lampă stroboscopică. Acest instrument este fabricat în trei variante:

NK-3 N — pentru mașini cu n = 300 ... 800 rot/min
NK-3 S — pentru mașini cu n = 700 ... 2 000 rot/min
NK-3 V — pentru mașini cu n = 1 500 ... 4 000 rot/min

Vibroscopul se montează pe corpul lagărului mașinii într-o poziție care corespunde amplitudinii maxime a vibrației (fig. 91). Indicatorul amplitudinii vibroscopului oscilează în același ritm cu vibrația rotorului și, la fiecare atingere a indicatorului de contactul schemei electrice a lămpii, indicatorul se aprinde. Astfel, se creează o iluminare intermitentă care dă așa-numitul *efect stroboscopic*. Linia de cretă *b* trasată pe partea frontală a

[1]) La Combinatul Chimic din Voskresensk, pentru accelerarea așezării contragreutăților de încercare pe discurile supuse echilibrării, se practică din timp locașuri filetate pentru fixarea contragreutăților.
[2]) Kolesnik N. V., Авторское свидетельство nr. 66 999.

piesei balansate și luminată de această lampă pîlpîitoare pare imobilă.

Observînd stroboscopic defectul, se însemnă poziția punctului părții frontale a rotorului b printr-o linie pe corpul lagărului mașinii (linia a). După aceea, oprind mașina, se așază în oricare parte a regiunii frontale a rotorului contragreutatea de încercare G_i, care creează forța centrifugă C_1, care se însumează cu forța centrifugă C_0 a neechilibrării inițiale. Deoarece forța centrifugă rezultantă C_2 va fi deosebită de forța inițială C_0 în ceea ce privește mărimea și direcția la a doua pornire a mașinii, va varia amplitudinea de oscilație a indicatorului, datorită cărui fapt se va roti la un unghi α și locul efectului stroboscopic, însemnat pe partea imobilă printr-o nouă linie a_1. Aceste date, adică variația amplitudinii și a unghiului de deplasare a efectului stroboscopic, sînt suficiente pentru echilibrare. Pentru aceasta se construiește la orice scară triunghiul amplitudinilor (fig. 92): din punctul C_1 se măsoară la scară amplitudinea inițială a oscilațiilor (adică sub acțiunea numai a forței centrifuge a neechilibrării inițiale), după aceea din același punct C_1 se măsoară sub un unghi α (măsurat între liniile a și a_1 adică după deplasarea efectului stroboscopic) amplitudinea rezultantă după indicator care apare sub acțiunea forței C_0 și a contragreutății de încercare G_i, cu alte cuvinte sub acțiunea forței centrifuge rezultante C_2.

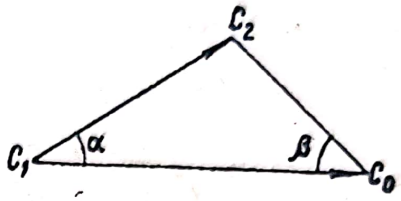


Fig. 92. Determinarea contragreutății de echilibrare a unghiului β.

Latura care închide triunghiul unește extremitățile vectorilor $C_0 C_1$ și $C_1 C_2$, iar după unghiul β vom găsi de îndată direcția razei pentru amplasarea pe rotor a contragreutății de echilibrare Y_p. Unghiul β se măsoară pe rotor de la raza de aplicare a contragreutății de încercare G_i în direcția inversă deplasării liniei $a - a_1$. Mărimea acestei greutăți finale se determină prin ecuația

$$Y_p = G_i \frac{C_0 C_2}{C_1 C_0}$$

Socotind greutatea G_i și fixînd contragreutate Y_p după direcția găsită ($\measuredangle\beta$) la brațul de pîrghie r egal ca mărime cu brațul de pîrghie al contragreutății de încercare G_i, se întrerupe cu aceasta echilibrarea dinamică a unei părți a mașinii. Aceeași operație se repetă în cealaltă parte. Desigur că în acest caz va

fi necesar să se echilibreze încă o dată cel puțin cele două părți prin mici contragreutăți suplimentare. Astfel, numărul total de porniri va fi $2\ (2 + 2) = 8$.

Metoda respectivă asigură o precizie suficient de mare echilibrării, în comparație cu prima metodă (fără instrument).

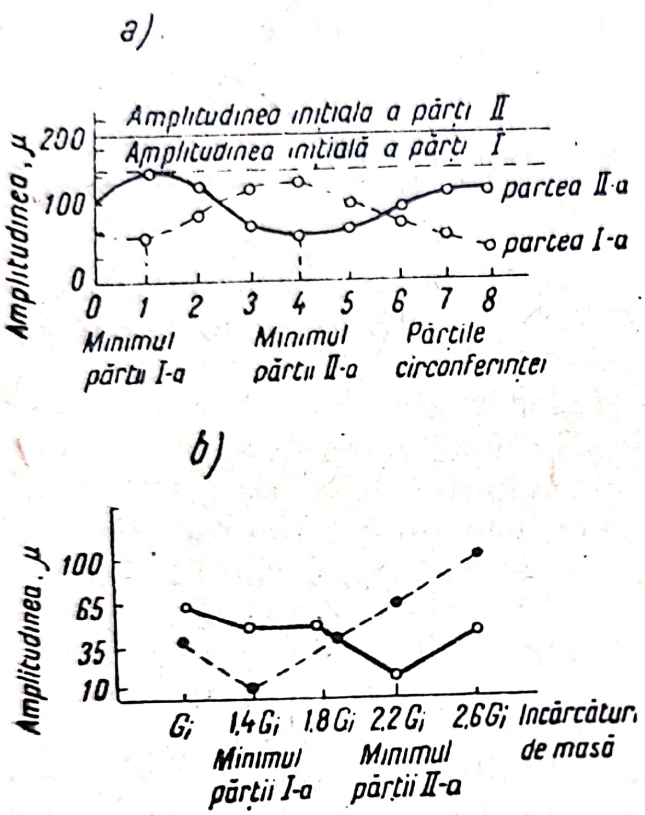


Fig. 93. Echilibrarea cu ocolirea greutății.

3. Echilibrarea după metoda ocolirii cu o contragreutate cu folosirea vibrometrului (sau a unui indicator într-o montură masivă).

Părțile *I* și *II* ale mașinii se echilibrează separat. Se măsoară amplitudinea inițială de oscilație a arborelui mașinii *a*. După aceea, divizînd circumferința arborelui, de exemplu în 8 părți, se aplică consecutiv la punctele *1—8* contragreutatea de încercare G_i aleasă orientativ între limitele:

$$G_i = \frac{G}{30\,000} \ldots \frac{G}{150\,000} \text{ kg},$$

în funcție de numărul de rot/min ale rotorului. Rezultatele măsurătorilor amplitudinii cu greutatea de încercare în diverse puncte se înscriu în diagramă. În diagrama exemplificatoare din fig. 93, *a*, minimul amplitudinii se află în partea *II* înpunctul *4*. În continuare se aplică pe rînd în punctul *4* trei-patru contragreutăți mai mari, 1,4 G_i; 1,8 G_i; 2,2 G_i; 2,6 G_i și se măsoară amplitudinea vibrațiilor cu aceste contragreutăți. Noul minim al amplitudinii s-a aflat în partea *II* la o contragreutate 2,2 G_i (fig. 93, *b*).

Prin urmare, contragreutatea 2,2 G_i în punctul *4* s-a arătat a fi optimă.

De asemenea se echilibrează după aceea partea *I* (după diagramele indicate, contragreutatea optimă pentru partea *I* s-a arătat a fi egală cu 1,4 G_i în punctul *1*).

Prin aplicarea contragreutății pe partea *I* a variat însă vibrația părții *II* și de aceea această parte se va echilibra din nou-după care se va repeta echilibrarea părții *I*. Cu aceasta, se poate înceta operația de echilibrare. E ușor de văzut că echilibrarea prin ocolirea contragreutății necesită un mare număr de porniri (în cazul nostru $[(8 + 4) + (8 + 4)]\ 2 = 48$) și adeseori durează cîteva schimburi.

ÎNCHEIERE

Procesul tehnologic de reparație se sfîrșește prin probarea mașinilor, conținutul și metodica acestei operații finale depinzînd atît de construcția și destinația mașinii, cît și de gradul de dotare a bazei de reparație a uzinelor. Cîteva indicații concrete în ceea ce privește această problemă vor fi date în celelalte capitole referitoare la reparația tipurilor de bază ale mașinilor industriei chimice, aici limitîndu-ne doar la enumerarea considerațiilor generale în ceea ce privește executarea probelor. Sînt posibile următoarele variante de organizare a probelor:

Varianta I:

a) după subansamble sau agregate separate și apoi a mașinii în ansamblu;
b) numai a mașinii în ansamblu.

Varianta II:

a) pe bancuri speciale de probă;
b) pe locul de instalare și funcționare permanentă a mașinii

Combinarea variantelor I a și II a asigură garanția calității reparației, însă este aplicabilă numai pentru grupa mașinilor de același model, mai ales de destinație auxiliară (pompe, pompe de vid, reductoare etc.). Pentru aceste mașini trebuie să existe bancuri staționare pe platformele de asamblare ale atelierelor de reparații.

Formele obișnuite de organizare a probelor sînt combinațiile variantelor I b și II b.

Oricare ar fi formele de organizare și tehnica probelor, realizarea lor trebuie să asigure:

a) posibilitatea ajustării pieselor în subansamblele cu frecare;

Scanned with OKEN Scanner

a) posibilitatea măsurării indicilor funcţionali de bază cel puţin prin metode aproximative (de exemplu presiunea şi productivitatea pompei centrifuge, valoarea vidului la pompele de vid, durata ambalării coşului centrifugii etc.);

c) posibilitatea aprecierii exterioare a calităţii asamblării (după încălzire, zgomote, bătăi etc.).

Probarea suprapusă cu ajustarea necesită un interval de timp apreciabil şi de aceea majoritatea maşinilor trebuie probate nu mai puţin decît în decursul a 2—3 schimburi.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA A DOUA

REPARAREA MAȘINILOR ȘI APARATELOR CHIMICE

CAPITOLUL V

REPARAREA COMPRESOARELOR

REPARAREA COMPRESOARELOR CU PISTON

Compresoarele cu piston trebuie trecute în categoria mașinilor complicate, a căror reparare necesită un volum mare de lucru. Mișcarea de du-te-vino (alternativă) a organului de lucru, realizată de obicei cu ajutorul mecanismului bielă-manivelă, creează condițiile unei creșteri progresive a degradărilor datorită oboselii la bolțurile de bielă, la membranele de supape și la alte piese, provoacă uzura suprafeței interioare a cilindrilor imprimînd acestora o formă de butoi, ovalizarea pistoanelor și a bolțurilor capetelor de cruce etc. Datorită acestui fapt, volumul lucrărilor de reparare și al controalelor este mai mare decît la compresoarele rapide, bine echilibrate, de tip centrifugal și rotativ.

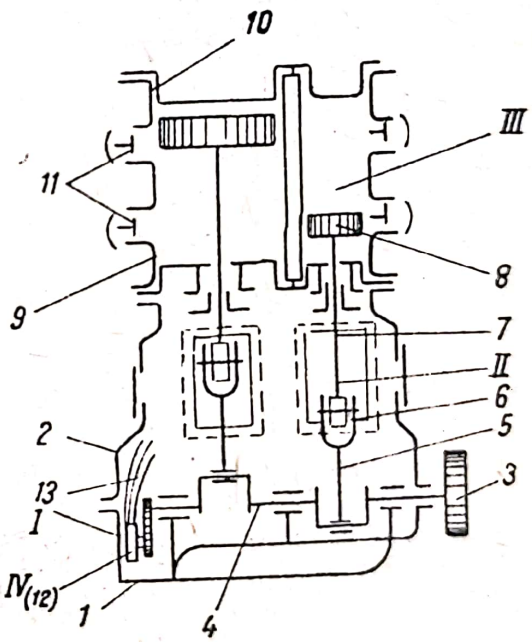


Fig. 94. Schema compresorului cu aer în două trepte 28R-20/8: *I* — carter-batiu (*1* — *2*); *II* — ambalaj (volant *3*, arbore cotit *4*, bielă *5*, cap de cruce *6*, tijă *7* și pistoane *8*); *III* — blocul cilindrilor cu capacele și subansamblele supapelor (*9*, *10*, *11*); *IV* — instalația de ungere care cuprinde pompa de ulei *12*, conductele de ulei *13*.

În majoritatea cazurilor, construcțiile de compresoare cele mai des întîlnite constau din subansamblele principale, arătate în fig. 94.

În cursul funcționării compresoarelor, o serie de piese importante ale acestora se uzează în mod sistematic. Cuzineții

Scanned with OKEN Scanner

lagărelor paliere iau o formă eliptică, iar bucşele din capetele bielelor se uzează şi mai intens pe suprafeţele active.

O degradare tipică a arborelui cotit constă în uzura şi pierderea formei normale geometrice a fusurilor paliere şi bielei. Atunci cînd opririle pentru reparaţii nu se fac la timp, se aud lovituri în maşină, ca rezultat al unor uzuri mari ale organelor, şi iau naştere fisuri mai ales în locurile de racordare a fusurilor la braţe.

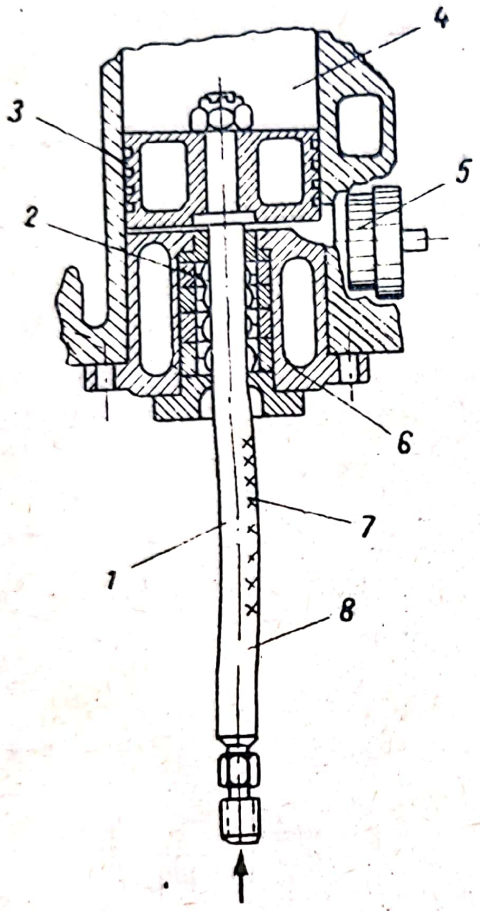


Fig. 95. Încovoierea şi uzura tijei:

1 — flambaj; *2* — garnitura presetupei; *3* — piston; *4* — cilindru; *5* — supapă; *6* — capac; *7* — uzura tijei încovoiate provocată de garnitura presetupei: *8* — tijă.

Şuruburile de bielă, care îmbină capul bielei cu capacul acesteia, sub influenţa unei sarcini alternante variabile se alungesc cu timpul[1]). Bielele, în afara uzurii bucşelor de la capete, sînt supuse încovoierii şi torsionării; în acest fel se strică paralelismul axelor lor.

Săniile de ghidaj ale capetelor de cruce şi glisierele batiurilor sînt de asemenea supuse uzurii în condiţiile sarcinilor variabile.

Tijele pistoanelor se uzează la locurile trecerii lor prin presetupe şi se încovoaie sub acţiunea forţelor pistonului (fig. 95); în mod corespunzător se uzează inelele de ghidaj şi garnitura presetupelor.

Segmenţii de piston se uzează pe suprafaţa laterală care vine în contact cu oglinda cilindrului, pe partea lor frontală care se află în contact cu pereţii canalelor pistonului şi, în sfîrşit, pierd o parte din elasticitatea lor încetînd de a mai etanşa pistonul. Degradarea pistoanelor se caracterizează prin uzura canalelor pentru segmenţi, iar în unele cazuri prin uzura orificiilor pentru tije.

---

[1]) Alungirea relativă maximă admisă a şuruburilor care se găsesc în exploatare nu trebuie să întreacă 0,2%. Independent de starea lor, durata limită de funcţionare a şuruburilor este de $\frac{9 \cdot 10^6}{n}$ ore (în care: n este numărul de rot/min ale arborelui).

Cilindrii, ca urmare a frecării lor de către segmenţi şi a corodării suprafeţei din cauza temperaturilor înalte de compresie, se uzează cu timpul şi îşi pierd forma cilindrică normală (fig. 96).

Dintre piesele ansamblului supapei, cel mai mult sînt supuse uzurii membranele şi arcurile, care în cursul funcţionării îşi pierd elasticitatea şi se distrug ca urmare a caracterului dinamic de funcţionare a supapelor. Pe suprafeţele unde se face schimbul de căldură în răcitoarele intermediare şi în spaţiile răcite cu apă ale blocului cilindrilor, cu timpul se depune un strat de murdărie, ce limitează capacitatea de funcţionare; în afară de aceasta, datorită răcirii insuficiente, cu timpul slăbesc îmbinările conductelor şi ale sitelor acestora.

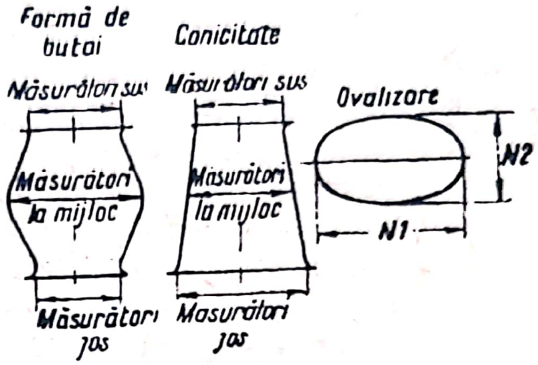


Fig. 96. Degradările tipice ale cilindrului datorite uzurii.

Aceasta nu este nici pe departe lista completă a degradărilor celor mai importante piese ale compresoarelor în cazul exploatării normale a acestor maşini. În funcţie de durata de funcţionare, aceste piese pot fi împărţite în următoarele trei grupe:

I. Piese care se uzează repede: membrane de supapă, arcuri de supapă, segmenţi şi garnitura la presetupă, segmenţi de piston.

II. Piese care se uzează în cursul unui timp mai îndelungat: şuruburile de bielă (se schimbă), bolţurile capetelor de cruce (se schimbă), bucşele de bielă (se schimbă sau recondiţionează), cuzineţii lagărelor paliere (se recondiţionează).

III. Piese cu durata lungă de funcţionare (care nu se schimbă): arbori cotiţi (se recondiţionează), biele (se recondiţionează)[1]), tije (se recondiţionează), săniile capetelor de cruce (se recondiţionează), glisierele batiurilor (se recondiţionează), cilindri (se supun prelucrării de reparaţie), pistoane (se supun prelucrării de reparaţie).

---

[1]) Bielele fac parte din categoria pieselor foarte importante ale compresorului, de aceea durata lor de funcţionare poate fi limitată independent de starea lor. Pentru compresoarele de înaltă presiune, este stabilită durata de funcţionare de $\frac{25 \cdot 10^6}{n}$ ore (în care: n este numărul de rot/min ale arborelui).

Ținînd cont de duratele de funcționare ale acestor grupe de piese care se uzează, s-au stabilit trei categorii principale de reparații ale compresoarelor.

Reparația curentă se execută după 700—1 500 ore de funcționare, în funcție de raportul de compresie, de proprietățile gazului comprimat, de agresivitatea acestuia, de gradul de murdărire etc.

Pentru această categorie de reparații este specifică schimbarea pieselor din prima grupă cu un volum redus de prelucrare, reglarea (înlăturarea adaosurilor) pieselor din grupa a doua. Executarea lucrărilor în ceea ce privește schimbarea pieselor și reglarea necesită un volum însemnat de lucrări de demontare, asamblare și control, durata de imobilizare a mașinii fiind de 1—2 zile și nopți, în funcție de dimensiunile ei. Volumul de lucrări al reparației curente a compresoarelor 2R-20/8 reprezintă 50—80 ore·om, ajungînd pentru compresoare mai mari pînă la 100—120 ore·om.

În unele ramuri ale industriei chimice prima categorie de reparații este împărțită în: reparația curentă nr. 1 sau revizie (după 500 ore), reparația curentă nr. 2 (după 750 — 1 000 ore), reparația curentă nr. 3 (după 1 500 — 2 000 ore).

Reparația mijlocie se execută după 3 000—5 000 ore de funcționare. În afară de schimbarea pieselor din grupa I, se schimbă sau se recondiționează piesele din grupa II (de ex. șuruburile de bielă și bolțurile capetelor de cruce, cuzineții) și rareori sînt supuse prelucrării o parte din piesele grupei III. Durata normală de imobilizare ajunge pînă la 3—6 zile și nopți, cu consumarea a 200 — 300 ore·om.

Reparația capitală se execută după 18 000—30 000 ore de funcționare și constă în demontarea completă a mașinii cu schimbarea și recondiționarea pieselor din grupele I, II și III într-un volum care să asigure nu numai jocurile și strîngerile nominale în ajustaje, ci și readucerea pieselor principale, prin recondiționare, la dimensiunile nominale.

Durata de imobilizare pentru reparația capitală este de 8—15 zile și nopți, funcție de construcția și dimensiunea mașinii, cu prestarea a 300—600 ore·om.

Normele indicate pentru funcționarea între reparații conduc la următoarea structură a ciclului de reparație a compresoarelor: K—C—C—C—M—C—C—C—M—C—C—C—K.

În intervalul dintre reparațiile curente (nu însă mai rar decît o dată la 300—500 ore de funcționare) trebuie să se facă revizii în cursul cărora demontarea se limitează la scoaterea capacelor de vizitare în batiu, a capacelor supapelor și altor piese de

Scanned with OKEN Scanner

etanșare; revizia are ca scop verificarea îmbinării subansamblelor și pieselor și schimbarea lubrifiantului.

Normele generale pentru stabilirea preliminară a degradărilor expuse în cap. IV pot fi completate în ceea ce privește compresoarele prin necesitatea ridicării înainte de reparații a diagramelor indicate pentru fiecare cilindru.

Analiza diagramelor indicate dă posibilitatea în multe cazuri să se determine foarte precis natura degradărilor în funcționarea subansamblelor celor mai importante ale mașinii, cum sînt supapele, segmenții de piston, regulatoarele etc.

Un rol important în stabilirea degradărilor îl joacă diagramele indicate la mașinile cu multe trepte; în astfel de cazuri, în completarea caracteristicii de funcționare a subansamblelor enumerate mai sus, diagramele dau o imagine asupra deficiențelor răcitoarelor intermediare, colectoarelor de ulei și conductelor de legătură. De aceea, la toate stațiile de compresoare mari se stabilesc termene planificate de ridicare a diagramelor indicate care se repetă după reparații.

În continuare se analizează metodele recomandate pentru repararea diferitelor piese importante ale compresoarelor cu piston.

Arbori cotiți. Uzura fusurilor se determină prin măsurarea fiecăruia dintre acestea în trei secțiuni (pe lungimea fusului) în direcția a două diametre opuse, cu ajutorul micrometrelor. Deformările pot fi de asemenea determinate cu ceasul comparator așezat pe carterul (batiul) mașinii. Norma de reparare [1]) în ceea ce privește ovalitatea, conicitatea și forma de butoi pentru fusurile cu un diametru de 80—120 mm se găsește între 0,06—0,07 mm, ceea ce corespunde unei deformări de 1/1 500 din diametrul fusului; deformările admisibile (de aceeași natură) nu trebuie să întreacă după reparație 0,03—0,04 mm.

Micșorarea diametrelor fusurilor, ca urmare a uzării și a restrunjirii, se limitează la 3% din diametrul nominal. Repararea fusurilor care ating diametrul micșorat la limită este posibilă prin metoda încărcării prin sudare și a folosirii bucșelor presate sau sudate.

Dintre celelalte condiții de care trebuie ținut seama la repararea arborilor cotiți trebuie menționate și următoarele:

1) bătaia fusurilor palier nu trebuie să întreacă 0,03—0,05 mm la 1 m;

2) neparalelismul axelor fusurilor de bielă față de axa arborelui nu trebuie să întreacă 0,2 mm la 1 m;

---

[1]) Adică valoarea absolută a deformării, la care arborele trebuie să fie supus reparației (strunjire, șlefuire etc.).

Scanned with OKEN Scanner

3) distanţele dintre axele fusurilor paliere şi de bielă trebuie să fie egale cu o precizie de 0,5 mm;

4) neparalelismul fusurilor nu trebuie să întreacă 1/10 000 din cursa pistonului.

Alături de uzura de suprafaţă normală a fusurilor, care se înlătură prin metodele prelucrării de reparaţii, poate fi de asemenea periculoasă pentru exploatarea în continuare a maşinii degradarea integrităţii arborilor la fusuri, canale şi braţe. Reparaţia unor astfel de degradări se realizează prin sudare (după metodele descrise în cap. III).

Lagărele paliere. Degradarea arborilor se reflectă în uzura suprafeţei de lucru a cuzinetului, ca urmare mărindu-se jocul dintre arbore şi cuzinet.

Caracterul dinamic de funcţionare a maşinilor cu piston conduce la apariţia unor degradări de natura fisurilor, exfolierea compoziţiei etc.

În majoritatea cazurilor compresoarele (în afară de maşinile mici şi cu funcţionare rapidă) se construiesc cu lagăre, cu cuzineţi din două jumătăţi turnate cu compoziţii de babbit (B 83, B 16, B 10).

În cazurile uzurii cuzineţilor fără distrugerea compactităţii compoziţiei sau fără exfolierea acesteia, reparaţia se limitează la refacerea jocului optim.

La o adîncime a uzurii i, care nu întrece 1/2 din grosimea nominală a compoziţiei s, reparaţia se poate limita la reglarea de „înlăturare a adaosurilor". Îndepărtînd din adaosurile puse la locul de îmbinare a cuzinetului, jocul dintre arbore şi cuzinet se aduce din nou la jocul nominal a_{optim}. Înlăturarea adaosurilor la o uzură mai mare a compoziţiei ($i \geqslant S/2$) este eficientă doar în cazul cînd grosimea b a pachetului de adaosuri (fig. 97) pus în timpul montajului sau al reparaţiei capitale anterioare a maşinii a fost mai mare decît $S/2$.

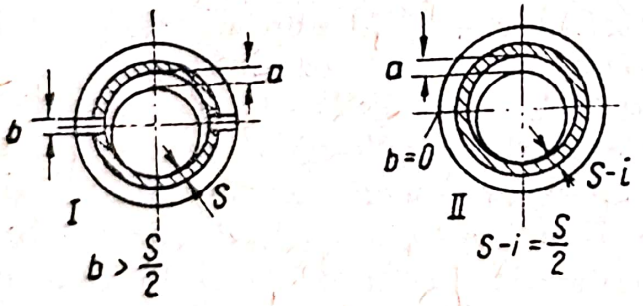


Fig. 97. Schema de reparare a lagărului prin înlăturarea adaosurilor:
I — situaţia normală a subansamblului; *II* — cazul limită de recondiţionare a subansamblului prin înlăturarea adaosurilor.

În cazurile în care pachetul iniţial de adaosuri a avut o grosime b mai mică decît $S/2$, adîncimea totală a uzurii cuzinetului şi arborelui, ce se poate compensa prin înlăturarea adao-

surilor, se limitează la grosimea reală a adaosurilor. Este necesar a se sublinia insuficiența unei astfel de metode de reparații, întrucît înlăturarea adaosurilor duce la ovalizarea locașului și prin urmare la înrăutățirea condițiilor de ungere a fusului. De aceea, înlăturarea jocurilor excesive prin înlăturarea adaosurilor (sau prin frezarea fețelor de îmbinare) poate fi recomandată numai pentru reparațiile curente ale mașinii.

În acest caz este necesară șabăruirea cuzineților pentru asigurarea liniarității axei arborelui cotit și paralelismului față de suprafața de reazem a batiului sau a suprafeței de îmbinare a carterului cu batiul. La mașinile de tip vertical coborîrea axului arborelui prin îndepărtarea adaosurilor atrage după sine o repartiție nefavorabilă a spațiilor moarte (în compresoarele cu dublu efect), sau o mărire a spațiului mort cu o scădere corespunzătoare a randamentului volumetric (la mașinile cu simplu efect). Prin urmare, repararea lagărelor prin înlăturarea adaosurilor cere un control obligatoriu al spațiilor moarte și reglarea acestora.

La o adîncime mare a uzurii cuzineților și de asemenea în toate cazurile de degradări mai serioase se utilizează metoda turnării din nou a cuzineților și ajustarea lor.

Tendințele actuale de micșorare a grosimii nominale a compoziției cuzineților de la 3—5 mm la 1—2 mm, în scopul economisirii de babbit precum și pentru îmbunătățirea condițiilor de funcționare a cuzineților, impun căutarea de metode pentru prevenirea unei îngroșări peste limită a compoziției, impusă de uzura arborelui.

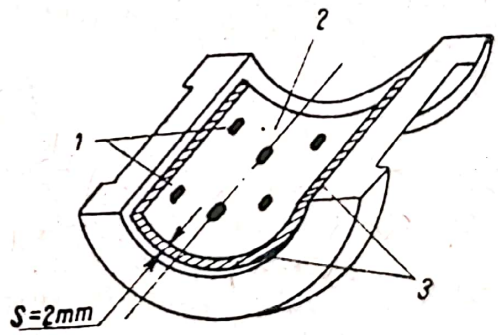


Fig. 98. Cămășuirea corpului cuzinetului pentru micșorarea grosimii stratului turnat:

1 — nituri electrice cu diametrul de 12—16 mm; *2* — semi-cămașă de oțel; *3* — sudura pe muchii.

Micșorarea admisibilă (după o serie de strunjiri) a diametrului fusurilor arborelui cu 3% ar provoca mărirea respectivă a grosimii compoziției cu 0,015 din diametrul fusurilor arborelui. Astfel, de exemplu, la un diametru al fusurilor arborelui de 80—120 mm, îngroșarea compoziției ar fi atins 1,2—2 mm. De aceea este rațional ca după îndepărtarea compoziției să se micșoreze diametrul interior al corpului cuzineților prin montarea unei jumătăți de cămașă sudată sau lipită (fig. 98).

Scanned with OKEN Scanner

Ajustarea compoziţiei cuzineţilor se face la ansamblul lagărului montat şi strîns cu pachetul de adaosuri. Grosimea totală a adaosurilor b trebuie să fie cu ceva mai mare decît jumătatea grosimii compoziţiei de babbit pe baza considerentelor expuse mai sus. Interiorul cuzinetului se prelucrează la strung (sau cu un dispozitiv manual) pînă la un diametru d', în care

$$d' = d + a - z$$

în care:

d este diametrul de reparaţii real al fusului, mm;

a — jocul optim între cuzinet şi fus, egal cu 0,0010...0,0015 din diametrul arborelui;

z — adaosul de prelucrare pe diametru pentru şabăruire, considerat între 0,1—0,2 mm la o strunjire precisă şi 0,3—0,4 mm la o strunjire obişnuită.

Cuzineţii strunjiţi sînt supuşi şabăruirii grosiere (Ş2) după fusurile arborelui sau după „*arbori falşi*". Ajustarea în continuare se face în cursul asamblării subansamblelor.

Este necesar a se observa că, într-o serie de cazuri, la strunjirea unor cuzineţi cu strat gros de compoziţie, este necesar a se deplasa centrul de strunjire (în scopul asigurării unei repartizări normale a spaţiului mort). Astfel, de exemplu, la maşinile de tip vertical, la reparaţia fără recondiţionare a diametrului nominal al fusurilor arborelui cotit, centrele de strunjire ale cuzineţilor cu strat gros de compoziţie trebuie ridicate cu:

$$h = \frac{d - d'}{2}$$

în care:

d este diametrul nominal al fusului arborelui, mm;

d' — diametrul real (după strunjire) al fusului arborelui, mm.

Tehnica determinării centrului lagărului supus strunjirii, în asemenea cazuri, este descrisă într-o serie de îndreptare asupra reparaţiei maşinilor cu piston [1]).

Pistoane. Uzura pistoanelor are loc mai ales pe suprafeţele laterale ale canalelor segmenţilor (fig. 99) şi pe suprafaţa exterioară cilindrică.

Lărgirea canalelor datorită uzurii se compensează prin mărirea înălţimii segmenţilor de piston care se schimbă, iar în acest caz repararea pistonului se reduce la înlăturarea unor zgîrieturi

[1]) N. Jukov. Практика ремонта корабельных поршневых механизмов. Воениздат, 1934, p. 142.

Scanned with OKEN Scanner

întîmplătoare de pe suprafeţele de uzură. Rebutarea pistonului şi înlocuirea lui se face în funcţie de valoarea jocului dintre piston şi cilindru, care se măreşte pe măsura uzării cilindrului. Jocul nominal în ansamblurile cilindru-piston se găseşte între limitele (0,001 — 0,002) D_c. Jocul limită care serveşte drept criteriu de

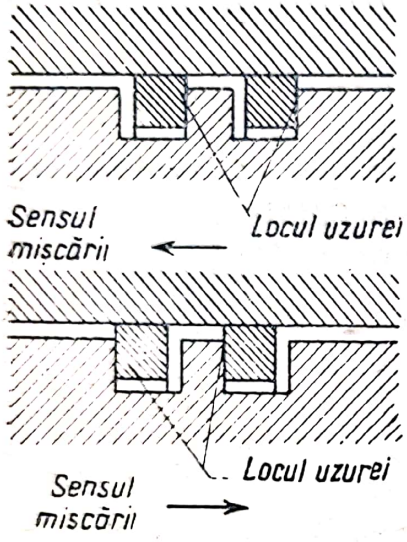


Fig. 99. Uzura canalelor de segmenţi în pistoane.

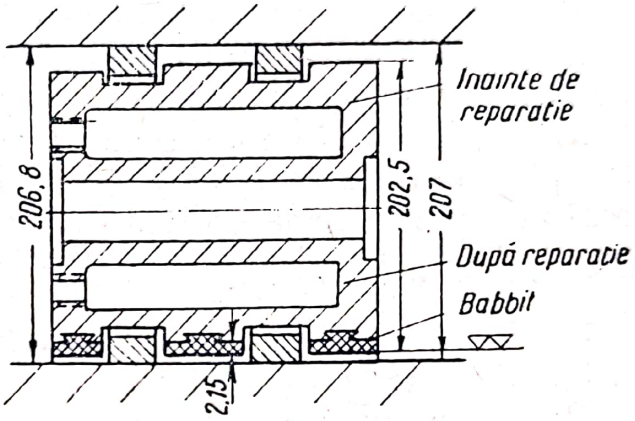


Fig. 100. Repararea pistonului prin turnare cu babbit.

înlocuire poate fi considerat de două ori mai mare decît cel nominal, adică (0,002 — 0,004) D_c.

Ovalitatea pistonului, ca urmare a uzurii sau deformării care întrece 0,001 D_c, serveşte de asemenea drept criteriu pentru înlocuire.

Într-o serie de cazuri înlocuirea pistoanelor în funcţie de mărimea jocului limită în cilindru, ca urmare a uzurii şi realezării cilindrilor ca şi în cazul lipsei defectelor în piston este în mod clar neeconomică. La o uzină s-a reuşit a se evita înlocuirea pistoanelor, după alezarea cilindrilor, în felul următor:

Cilindrii compresoarelor de gaze sînt alezaţi şi şlefuiţi la un diametru în medie de 207 mm; în pistoanele cu diametrul de aproximativ 202,5 mm (adică acelea care formează un joc inadmisibil în cilindru, egal cu 207 — 202,5 = 4,5 mm sau de circa 0,022 D_c în loc de 0,001 — 0,002 D_c) se strunjesc şanţuri suplimentare între canalele pentru segmenţi (fig. 100). Aceste şanţuri au fost încărcate prin turnare cu babbit B 83. După strunjirea pistonului astfel recondiţionat s-a obţinut un diametru al acestuia de aproximativ 206,8 mm, adică în cilindru a fost creat un joc normal de 0,2 mm, egal cu 0,001 D_c.

Scanned with OKEN Scanner

Segmenți de piston. Aceste piese trebuie să separe în mod sigur spațiul pe ambele părți ale pistonului în cilindru. În acest scop trebuie să creeze o etanșare între: a) suprafața laterală a segmenților și oglinda cilindrului; b) suprafețele frontale ale segmenților și fețele laterale ale canalelor pistonului în contact cu primele.

Construcția și materialul segmenților de piston trebuie să asigure următoarele cerințe:

1. Elasticitatea, necesară pentru aplicarea pe oglindă în timpul deplasării pistonului în lungul cilindrului.

2. O apăsare uniformă a segmentului pe oglindă, pe perimetru, care să asigure o presiune specifică normală ($q \cong 0{,}5 \ldots 1$ kg/cm^2).

3. Părțile frontale ale segmentului trebuie să fie perpendiculare pe suprafața exterioară cilindrică a acestuia. El trebuie să se aplice pe partea laterală a canalelor pistonului cu un joc uniform mic $\left(\text{ajustaj } \frac{A_3}{S_3}\right)$.

4. Un joc constant de 0,2 — 0,3 mm între suprafața interioară a segmentului și piston.

Pentru compresoare produse în U.R.S.S. se folosesc segmenți tăiați cu siguranță simplă (înclinată sau în trepte) (fig. 101).

Ca material pentru astfel de segmenți servește fonta specială de calitate, de ex. S421-40.

Dimensiunile principale ale segmenților se aleg aproximativ între următoarele limite:

grosimea radială $S = \dfrac{D_c}{20 \ldots 30}$

înălțimea $h = \dfrac{D_c}{20 \ldots 50}$

lățimea tăieturii:
în poziție necomprimată
$a = (0{,}1 \ldots 0{,}2) D_c$
în poziție comprimată (de lucru)
$a_1 = \dfrac{D_c}{150 \ldots 200}$

Dimensiunile S și h de mai sus sînt indicate pentru o apreciere comparativă; valorile lor reale se iau funcție de dimensiunile reale ale diametrului cilindrului, ale înălțimii și adîncimii canalelor din piston.

În cursul exploatării, segmenții suferă unele modificări:

1) pierderea parțială a elasticității, însoțită de micșorarea jocului în îmbinarea a;

2) uzură neuniformă a suprafeței cilindrice exterioare a segmentului, în urma căruia fapt această suprafață devine ondulată;

3) uzura suprafețelor frontale;

Scanned with OKEN Scanner

4) pierderea formei normale cilindrice în poziția strînsă (comprimat).

În funcție de valoarea modificărilor reale ale segmentului (după indicațiile 1 — 4) și de categoriile de reparații, se hotărăște asupra înlocuirii completului de segmenți (reparații medii și capitale) sau a reparării segmentului (reparații curente).

Elasticitatea segmentului se determină după efortul necesar pentru aducerea lui din stare de nefuncționare (joc a), în stare de funcționare (joc a_1).

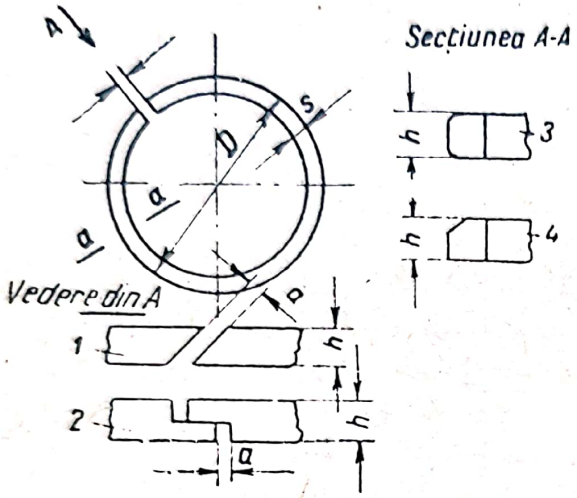


Fig. 101. Formele principale ale segmenților de piston:
1 — siguranță oblică; *2* — siguranță în trepte; *3* — segment de compresie; *4* — segment raclor.

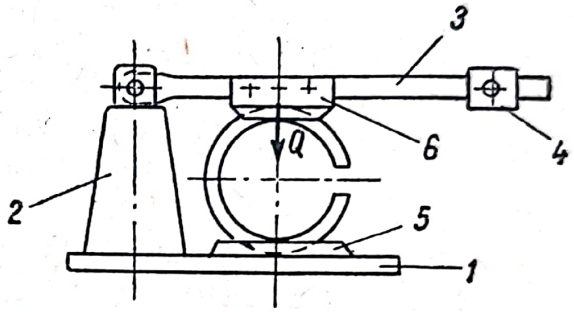


Fig. 102. Dispozitiv cu pîrghie și greutate pentru verificarea elasticității segmenților de piston:
1 — placă; *2* — coloană; *3* — pîrghie; *4* — greutate; *5* — ghidaj inferior; *6* — ghidaj superior.

Controlul elasticității segmentului se realizează cu un dispozitiv cu greutăți, redat în fig. 102.

Pe placa *1* în coloana *2* este fixat ghidajul *5*, în care se fixează segmentul supus încercării cu tăietura (îmbinarea) pe axa orizontală. Pîrghia *3* cu ghidajul *6* servește pentru apăsare pe segment. Greutatea *4*, care poate fi schimbată sau deplasată, este destinată pentru determinarea efortului de strîngere a segmentului de la jocul a pînă la jocul a_1, controlat cu calibrul spion.

Pentru fiecare dimensiune tip de segment, trebuie să fie determinate din vreme pe cale experimentală valorile eforturilor necesare pentru comprimarea segmenților noi[1]).

La rebutare, se face o comparație între efortul de comprimare pentru segmenții noi de același tip, dimensiune și cei uzați. Seg-

[1]) Pentru segmenții noi sarcina de control Q (în funcție de valoarea greutății după schema din fig. 102) se determină prin formula $Q = 1{,}3\,Q\,D_c\,S$, iar toleranța la variația valorii sarcinii pentru comprimarea unui segment de dimensiuni date este egală cu $\pm$ 0,5 kgf.

menții se înlocuiesc atunci cînd se constată micșorarea efortului de comprimare cu mai mult decît 25% față de efortul nominal.

Repararea segmenților care au pierdut o parte din elasticitatea lor, se face în anumite cazuri necesare prin ciocănirea[1]) suprafeței cilindrice interioare.

Pentru aceasta, segmentul se așază pe un suport cu ghidaj (cu un mic canal cu lățimea egală cu înălțimea h a segmentului), fixat la rîndul său în menghină.

Drept sculă se folosește o vergea pe care se aplică lovituri uniforme cu un ciocan ușor (cu o greutate de 200 — 300 g).

Uzura și ondulațiile suprafeței exterioare a segmenților se înlătură la reparația curentă, prin pilirea segmentului și tușare pe oglinda cilindrului.

Vopseaua se aplică într-un strat subțire pe oglinda cilindrului. Segmentul se introduce în cilindru în ansamblu cu pistonul sau cu ajutorul unui dispozitiv special și se rotește cu o rotație. Asperitățile depistate prin tușare se pilesc și se șabăruiesc.

Uzura totală a suprafeței exterioare a segmentului și cilindrului conduc la mărirea jocului de lucru în tăietura segmentului a_1. Mărirea acestui joc peste cel nominal cu mai mult de 3 ori decît cel inițial reprezintă un criteriu de înlocuire. Astfel, de exemplu, la un diametru al cilindrului $D_c = 250$ mm, jocul de lucru normal la tăietură (îmbinare) se află între limitele: $\frac{250}{150-200} = 1{,}2 \ldots 1{,}6$ mm. Așadar, un joc care duce la înlocuire va fi de $3\,a_1 = 3 \ldots 4$ mm.

Uzura totală a segmentului pe înălțimea h și a canalelor pe lățimea acestora, care duce la creșterea jocului între suprafețele frontale ale segmentului și partea laterală a canalului de 2 — 3 ori în comparație cu jocul nominal $\frac{A_3}{S_3}$ reprezintă de asemenea un criteriu de înlocuire de primă importanță.

La reparația curentă reducerea, temporară a jocului mărit se realizează prin îngroșarea segmenților, cu ajutorul punctării celor două părți frontale (fig. 103) la o adîncime ce se determină experimental.

La reparațiile medii și capitale, segmenții cu un joc exagerat în canalele pistonului sînt înlocuiți cu alții noi. Segmenții de schimb trebuie să se păstreze în depozit cu un adaos de prelu-

---

[1]) Loviturile nu trebuie să ajungă pînă la siguranță, cu aproximativ 1/10—1/8 din perimetru, din fiecare margine.

Scanned with OKEN Scanner

crare la înălțimea h (pentru compensarea uzurii totale în această direcție, despre care s-a vorbit mai sus) și pe dimensiunea tăieturii a (adaos de prelucrare negativ pentru compensarea uzurii cilindrului). În procesul de reparații, segmenții de schimb trebuie să fie șlefuiți și rectificați după canale și ajustați prin pilire la siguranțe. În lipsa unei mașini de șlefuit plană cu masă magnetică, șlefuirea se înlocuiește prin pilire și șabăruire.

Cilindrii. În cursul exploatării interiorul cilindrului, ca urmare a uzurii acestuia, devine eliptic, conic sau în formă de butoi (v. fig. 96). Aceste degradări se determină prin măsurarea diametrului cilindrului în trei secțiuni în direcția a două diametre perpendiculare în fiecare secțiune.

Toate cele șase măsurători se înscriu în formularul de reparație sub forma unei tabele:

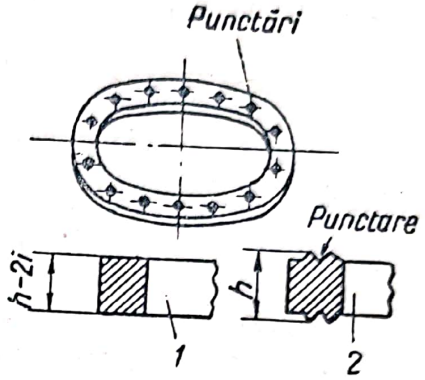


Fig. 103. Reparația curentă a segmenților de piston prin chernèruire:

1 — segment subțiat datorită uzurii; *2* — segment recondiționat la dimensiunea h_0.

Secțiunea	Măsurătoarea nr. 1	Măsurătoarea nr. 2	Observații
Sus			
La mijloc			
Jos			

Cel mai simplu instrument pentru măsurarea cilindrului este micrometrul de interior; cele mai exacte rezultate pot fi obținute prin folosirea unor capete indicatoare speciale (precizie 0,01 mm).

Pentru controlul formei cilindrului uzat pot fi folosite de asemenea micrometre de interior cu segment, în locul celor obișnuite, confecționate din segmenți de piston. În fig. 104,*a*, este arătat un micrometru de interior cu segmenți, iar în fig. 104,*b*, este explicată folosirea acestuia la măsurarea cilindrului într-o secțiune.

Făcînd măsurători în diverse secțiuni ale cilindrului, poate să se determine diferența dimensiunilor relative ale diametrului, în funcție de deplasarea siguranței micrometrului de interior.

În acest scop, pe siguranță se aplică diviziuni (fig. 104,*c*) la o scară determinată în funcție de raportul deplasării extremi-

Scanned with OKEN Scanner

tăților siguranței față de variația diametrului și care este aproximativ egal cu 2,28 [1]).

Din acest raport se vede că variația diametrului cilindrului la rotirea sau deplasarea micrometrului de interior se determină pe scala siguranței la o scară mărită cu mai mult de două ori, adică cu o mare precizie.

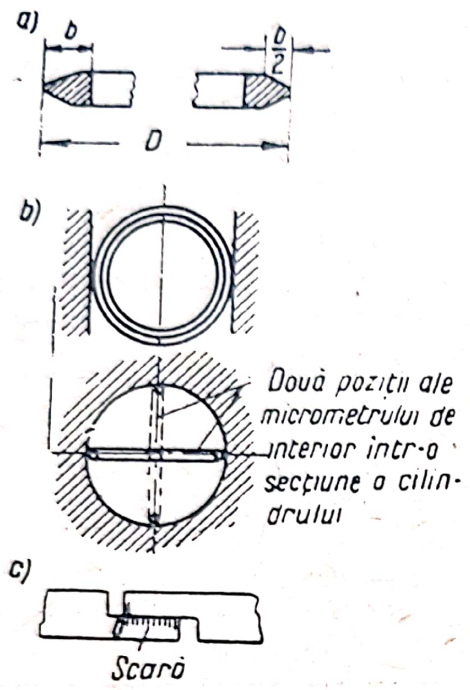


Fig. 104. Micrometrul de interior cu segmenți și folosirea acestuia.

Cu ajutorul micrometrului de interior cu segmenți, nu se determină dimensiunile absolute ale diametrelor, ci doar abaterea acestor dimensiuni în diverse secțiuni ale cilindrului, adică se apreciază deformarea, conicitatea, forma de butoi, ovalitatea.

La cilindrii noi sau reparați se permite o inexactitate a formei (elipticitate, conicitate) în limitele toleranței la dimensiune (clasa a doua de precizie).

Limitele de degradare, a căror depășire conduce la necesitatea prelucrării, sînt arătate în tabela 18.

Tabela 18

Limitele de degradare care impun strunjirea interioară a cilindrilor

Diametrul interior, mm	Degradare limită, mm		
	formă de butoi	conicitate	ovalitate
150—250	0,50	0,15	0,15
275—375	0,90	0,35	0,35
400—500	1,25	0,50	0,50
525—625	1,50	0,60	0,60
650—750	1,75	0,75	0,75

Pentru raporturi mici de compresie, aceste limite pot fi considerate oarecum prea rigide, dat fiind că în unele cazuri cilindrii cu o abatere a formei pînă la 1/200 D_c permit încă o exploatare normală.

[1]) N. F. Kirakovski. Ремонт и монтаж дизелей. Машгиз, 1949, p. 166—170.

Scanned with OKEN Scanner

Repararea cilindrilor cu deformare apreciabilă se execută prin 2—3 operații: strunjire la interior, alezare, honing sau rectificare. Aceste 3 operații pot fi executate atît la mașini unelte universale cît și la locul de instalare a compresorului, adică fără demontarea cilindrului cu dispozitive speciale.

Precizia prelucrării cu dispozitive de strunjire speciale, portabile, este comparabilă cu precizia care se asigură de mașinile-unelte obișnuite din atelierele de reparații; primele au avantajul important de a reduce volumul demontării și asamblării mașinilor supuse reparației.

Limita de aplicare a restrunjirii cilindrului pentru recondiționarea formei acestuia o reprezintă mărirea diametrului nominal al găurii cu 3—5%[1]). La atingerea după cîteva strunjiri a acestei limite, este necesară cămășuirea cilindrilor.

În cursul exploatării cilindrilor schimbarea cămășilor se face în cazul subțierii cămășii cu 15—20% față de grosimea inițială. Cămășile se confecționează din fontă specială (SCI 21-40, SCI 24-44), se prelucrează la cotă la diametrul exterior (cu un adaos care corespunde presiunii necesare de frecare), se strunjesc cu un adaos la interior și se presează în cilindri. La unele tipuri de mașini cămășile se montează cu ajustaj alunecător.

Prelucrarea finală a interiorului cămășii se face după presarea ei[2]).

Folosirea cămășuirii în tehnica reparațiilor este limitată într-o oarecare măsură de efortul necesar pentru presare care atinge cîteva tone la cilindrii al căror diametru reprezintă 200—250 mm.

Piese pentru supape. Cea mai mare parte a pierderii de energie și reducerea utilizării gazelor comprimate în condiții de uzină se datorește pierderilor în supape, pierderi care cresc odată cu procesul de uzură al principalelor lor piese: membranele, scaunele și arcurile. La compresoare se folosesc supape automate cu membrane, cu unul sau mai multe inele, care constau din scaun, dintr-un limitator de cursă, dintr-una sau mai multe membrane și din arcuri (fig. 105).

Membranele, scaunele și arcurile sînt supuse în cursul exploatării unei sarcini dinamice cu o frecvență pînă la 1 500 cicluri/min

---

[1]) Grosimea peretelui cilindrului rămasă după restrunjire trebuie verificată prin calcul la rezistență. De asemenea se verifică prin calcul solicitarea pistonului rezultată după restrunjire; acestea nu trebuie să întreacă solicitările nominale cu mai mult de 10%.

[2]) Condițiile tehnice (caietul de sarcini) pentru cămășile compresoarelor de înaltă presiune vezi în «Правила технической эксплуатации компрессоров на предприятиях Главазота», Госхимиздат, 1954, p. 10—16.

Scanned with OKEN Scanner

(la cămășile rapide.) Supapele de refulare, prin care trec în cursul procesului de comprimare gaze încălzite, care antrenează după sine particule de lubrifiant, se uzează mai repede decît cele de aspirație.

Pentru piesele supapelor se impun următoarele cerințe:

1) o aplicare etanșă a membranei la scaun, obținută în primul rînd prin reducerea minuțioasă sau prelucrarea acestor piese;

2) comprimarea uniformă a tuturor arcurilor supapei și păstrarea de către acestea a elasticității prescrise.

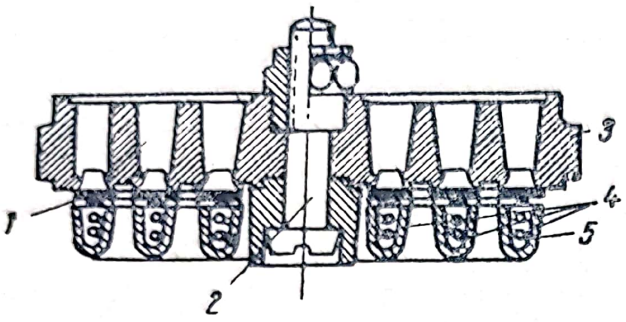


Fig. 105. Supapă cu membrane (unificată):
1 — membrană; *2* — șurub; *3* — scaun; *4* — arcuri; *5* — placă limitatoare.

Reparația curentă a membranelor și scaunelor constă în curățirea acestora de calamină și în rodarea lor. În unele cazuri, înainte de ajustare este rațional să se rectifice membranele pînă la micșorarea grosimii lor cu cel mult 1/3. Subansamblul supapei reparate se controlează la etanșeitate cu ajutorul petrolului lampant, înainte de a se monta la cilindru. În cazul fisurilor sau al rizurilor adînci pe membrane, acestea trebuie să fie înlocuite. Membranele de dimensiuni mici pot fi confecționate din platbandă de oțel carbon de scule U8A; membranele mari este de dorit să se confecționeze din mărci de oțel aliat 20 HNFA, 38 HA, 30 HGSA. După prelucrarea mecanică, care se încheie cu o rectificare pe ambele părți, membranele strînse între două plăci (pentru evitarea neplaneității), se încălzesc, se călesc în ulei și se supun revenirii la o duritate 37—39 R_c conform regimurilor stabilite pentru marca respectivă de oțel. La unele uzine membranele se confecționează din oțel austenitic H18N9, iar după călire se rectifică, dat fiind că ele devin mai dense datorită deformării plastice.

Arcurile de supapă sînt înlocuite atît în cazul apariției unor fisuri sau ruperi cît și în cazul unei micșorări sensibile a elasticității. Este indicat a se păstra în calitate de etalon un arc nou de bună calitate pentru fiecare dimensiune și tip și, în funcție de deformarea arcurilor în exploatare, să se facă înlocuirea acestora.

Arcurile de schimb pot fi confecționate din sîrmă de marcă 65 G, 50 HFA etc.

Dacă în exploatare există cîteva compresoare de același tip trebuie să se păstreze în rezervă subansamble complete de supape,

Scanned with OKEN Scanner

folosindu-le atunci cînd este necesară repararea supapelor. Organizarea reparației de subansamble în acest caz se ușurează prin introducerea în industria de compresoare a U.R.S.S. a supapelor unificate, adică folosirea la unele mașini de serie a unor subansamble de supape identice la aspirație și refulare.

Tabela 19

Nomenclatura și normele de păstrare a pieselor de schimb pentru compresoarele de gaz de tip orizontal (6 cilindri în trei trepte)

Nr. crt.	Denumirea pieselor	Cantitate		Observații
		la mașină	la stație	
1	Arbore cotit	—	1	
2	Cuzineții lagărelor paliere	2 compl.	—	
3	Cuzineții lagărelor de bielă	2 compl.	—	
4	Șuruburi de bielă	100%	—	Din cantitatea de șuruburi pentru toate mașinile
5	Bucșe pentru cap de cruce	1		
6	Bolț pentru cap de cruce	1		
7	Tijă de piston	1		
8	Sanie	1		
9	Piston		Cîte 2 pentru fiecare treaptă	În total 6 buc. la stație
10	Segmenți de piston	100%		Pentru cantitatea totală stabilită
11	Presetupa în ansamblu		1	
12[1])	Supapă de aspirație ca ansamblu		2	
13[1])	Supapă de refulare ca ansamblu		2	
14	Membrane de supape (în plus față de cele de la pct. 12 și 13)	16 buc.		
15	Pinioane		1 pereche	
16	Pompe de ulei		2 compl.	
17	Cilindri de lucru ca ansamblu		Cîte 2 la fiecare treaptă	În total 6 buc. la stație

[1]) La fiecare mașină există 8 supape de aspirație și 8 de refulare.

În tabela 19 se dau ca exemplu normativele pentru cantitatea de piese de schimb care trebuie păstrate în depozit pentru o stație de compresoare formată din opt compresoare de gaz, orizontale, în trei trepte, cu șase cilindri, de același tip; aceste normative sînt luate din practica unei uzine. Aceste compresoare comprimă gazul pînă la o presiune de 37 at.

Asamblarea compresoarelor la reparație. Asamblarea compresorului se execută cu piese de rezervă sau reparate, care necesită

Scanned with OKEN Scanner

o ajustare finală și un control al poziției lor reciproce. Volumul lucrărilor executate la asamblarea generală se compune din următoarele operații principale (executate pentru reparația capitală a unui compresor vertical conform fig. 94 și 106):

1. Montarea arborelui cotit cu șabăruirea cuzineților și montarea bielelor;

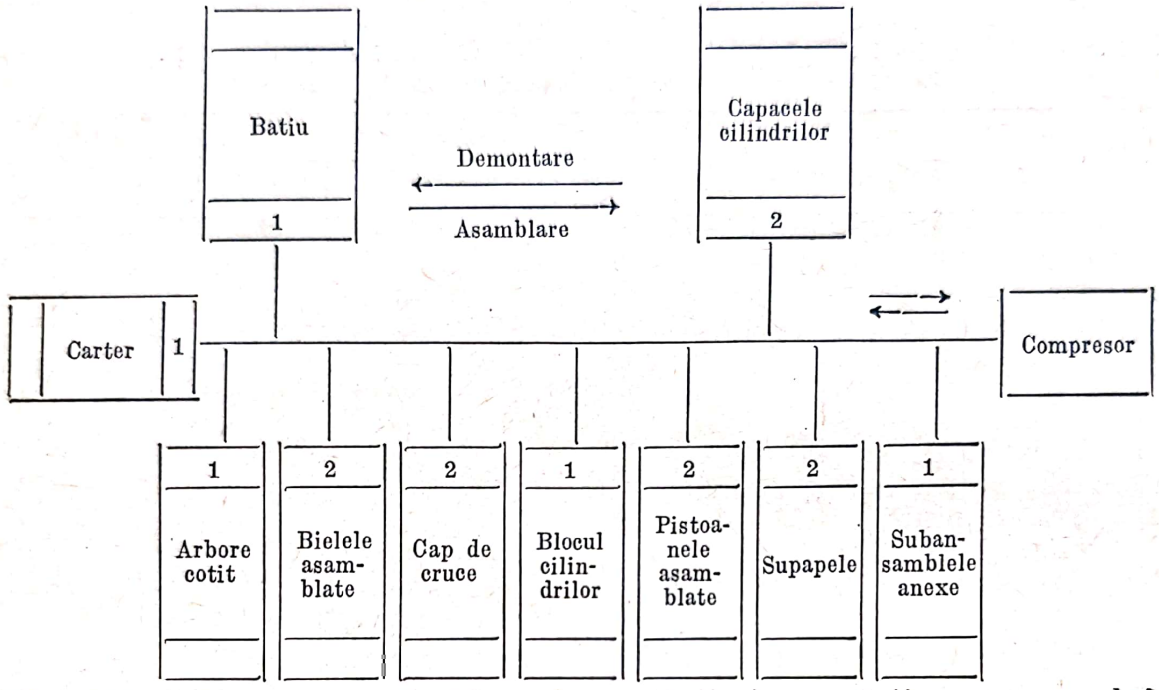


Fig. 106. Schema concentrată a demontării și montării compresorului 2R-20/8 pe subansamble, la reparația capitală.

2. Montarea batiului la carter;
3. Montarea capului de cruce;
4. Montarea blocului cilindrului și presetupelor;
5. Montarea pistonului;
6. Montarea capacelor cilindrilor și reglarea spațiului mort;
7. Montarea supapelor;
8. Montarea subansamblelor auxiliare și a conductelor.

Montarea arborelui cotit în lagărele paliere ale carterului trebuie să se facă respectînd următoarele condiții:

a) alinierea fusurilor paliere;

b) paralelismul axei arborelui față de planul de îmbinare carter — batiu;

c) păsuirea cît mai bună a cuzineților în corpul lagărelor și a fusurilor arborelui în cuzineți (cît mai multe puncte de contact);

d) respectarea jocurilor axiale dintre cuzineți și racordările fusurilor arborelui;

e) respectarea toleranțelor la distanța între cuzineți și brațe.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul cînd lipsește o macara staționară pentru reparații și montaj, pe locul de asamblare al compresorului, se vor folosi capre. Ridicarea și așezarea arborelui se fac cu ajutorul unuia sau a doi scripeți și al cablurilor fixate de locurile libere ale arborelui.

Cuzinetul lagărelor se ajustează în locaș prin tușare. După așezarea arborelui se controlează cu calibrul-spion jocurile axiale, care

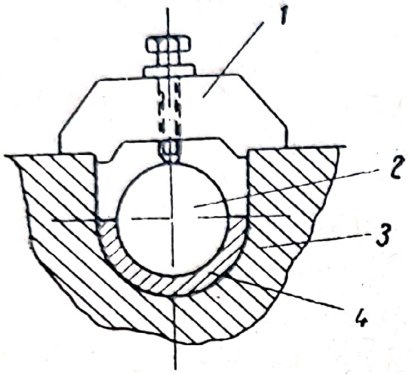


Fig. 107. Controlul paralelismului arborelui cotit față de:
1 — punte; *2* — arbore cotit; *3* — carter; *4* — cuzinet inferior.

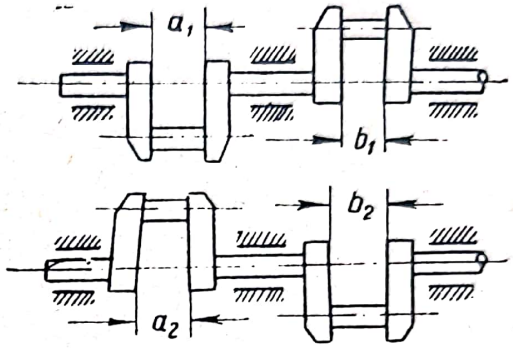


Fig. 108. Controlul săgeții (încovoierii) arborelui în funcție de variația distanței brațelor (depărtarea).

la lagărul axial (de obicei cel din mijloc) nu trebuie să întreacă în total 0,2—0,25 mm, iar la cele de capete reprezintă 0,6—1,0 mm, ceea ce asigură o dilatare termică liberă a arborelui. Paralelismul axei arborelui la planul superior al carterului se controlează cu o punte prevăzută cu șurub micrometric, tot timpul șabăruirii finale a cuzineților (fig. 107). Șabăruirea finală a cuzineților se execută separat, la început pentru jumătățile inferioare ale acestora, apoi pentru cele superioare.

Alinierea fusurilor arborelui se controlează cu ajutorul micrometrelor de interior prin măsurarea distanței dintre brațele manetoanelor în pozițiile superioare și inferioare ale fiecărei cotituri; pentru un arbore cu două manetoane al compresorului respectiv se fac patru măsurători a_1, b_1 și a_2, b_2.

Măsurătorile a_1 și a_2 și respectiv b_1, b_2, se fac în aceleași puncte ale brațelor, adică la o distanță egală față de axa de rotire a arborelui (fig. 108).

Dacă distanța $a_1 = a_2$ și $b_1 = b_2$, arborele este rectiliniu; dacă $a_1 < a_2$, iar $b_1 = b_2$, trebuie coborîtă extremitatea stîngă a arborelui, adică trebuie șabăruit suplimentar cuzinetul lagărului stîng; dacă $a_1 > a_2$, dar $b_1 = b_2$ trebuie șabăruiți cuzineții lagărelor din dreapta și cel din mijloc.

Scanned with OKEN Scanner

Un astfel de control se face și în poziția orizontală a brațelor; în caz de necorespondență a dimensiunilor $a_3 - a_4$ sau $b_3 - b_4$ se șabăruiesc cuzineții inferiori respectivi în partea lor laterală.

Precizia controlului descris mai sus crește prin mărirea distanței locului de măsurare față de fusul de bielă și de aceea adesea este rațional a se mări brațele prin adaosuri provizorii.

Astfel, șabăruirea cuzineților inferiori corespunde cu două controale: al paralelismului axei arborelui față de planul superior al carterului și controlul alinierii fusurilor.

Jumătățile superioare ale cuzineților se șabăruiesc pentru a se asigura jocul prescris în ajustaje (0,001 — 0,0015 d).

Jocul acesta se măsoară prin turtirea unei sîrme de plumb (cu un diametru de două ori mai mare decît jocul necesar), prin strîngerea capacului superior în prezoane. Sub capac se așază pachetul de adaosuri despre care s-a vorbit mai înainte. Cuzineții șabăruiți și strînși (cu adaosurile așezate), trebuie să asigure posibilitatea rotirii manuale a arborelui.

După montarea arborelui cotit în lagăre, pe extremitatea sa se montează volantul iar pe fusurile de bielă se montează bielele.

Înainte de a se monta pe arbore, biela trebuie să fie complet reparată, verificată în ceea ce privește paralelismul axelor orificiilor din capete și perpendicularitatea acestora față de axa bielei, iar cuzineții și bucșele celor două capete trebuie să fie mai întîi șabăruiți.

Montarea batiului se face cu ajutorul a unul sau doi scripeți, al cricurilor și al unei schele (o construcție din bîrne).

După controlul paralelismului dintre planul superior al batiului și planul îmbinării acestuia cu carterul, se introduc prin ferestre capetele de cruce deja montate și se fixează sania demontabilă la fiecare cap de cruce.

Montarea blocului cilindrilor se execută de asemenea cu ajutorul scripeților și bîrnelor. Perpendicularitatea axei cilindrului față de axa arborelui cotit se controlează cu știfturi indicatoare față de un fir cu plumb, biela fiind demontată (fig. 109).

Subansamblul pistonului se asamblează preliminar cu capul de cruce pe o placă (fig. 110); în această situație se verifică: 1) coaxialitatea tijei și a pistonului (cu ajutorul comparatorului prin rotirea subansamblului pe prisme); 2) perpendicularitatea găurii pentru bolțuri din capul de cruce față de axa tijei (toleranța 0,05 la lungimea tijei; în gaura din capul de cruce se va introduce un bolț de control).

Scanned with OKEN Scanner

După demontarea acestui subansamblu provizoriu, se introduce tija în cilindru, se trece prin presetupă și se înșurubează în filetul din capul de cruce deja montat pe batiu. Pistonul se asamblează cu segmenți (fig. 111), se introduce cu atenție în cilindru și se fixează la tijă. La unele construcții de mașini pistonul și tija se

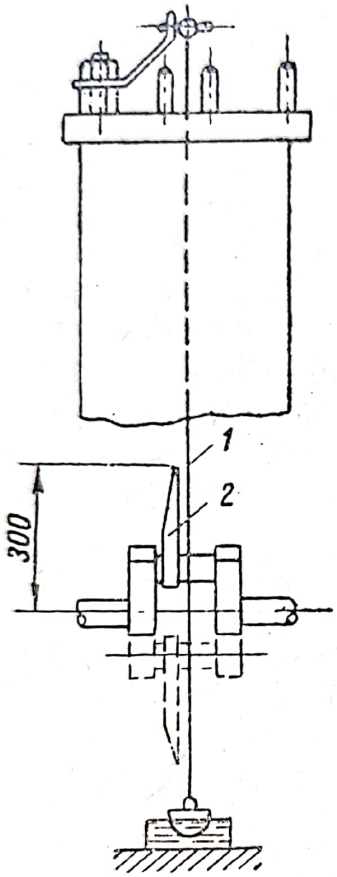


Fig. 109. Controlul perpendicularității cilindrului față de axa arborelui cotit:
1 — fir cu plumb; *2* — știft indicator.

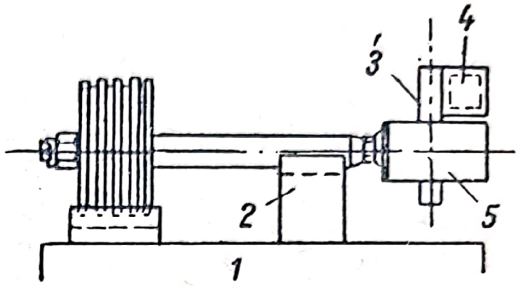


Fig. 110. Controlul pe placă al îmbinării subansamblului pistonului cu tijă, cu capul de cruce:
1 — placă; *2* — prismă; *3* — bolt pentru control; *4* — nivelă pătrată; *5* — cap de cruce.

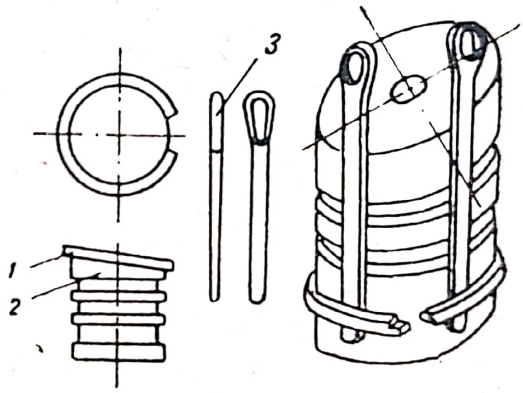


Fig. 111. Montarea segmenților la piston:
1 — segment; *2* — piston; *3* — sculă pentru petrecerea segmenților pe piston.

introduc în cilindru fiind asamblate, fixîndu-se după aceea la capul de cruce.

Montarea segmenților la piston este ușurată prin folosirea unui ghidaj conic din tablă de oțel, al cărui diametru trebuie să fie cu 0,1 — 0,2 mm mai mare decît diametrul pistonului, dar mai mic decît diametrul cilindrului, ca în fig. 112.

După montarea capacului cilindrului se execută verificarea spațiului mort. De obicei spațiul mort, măsurat în diviziuni din cursa pistonului, reprezintă:

inferior ..... $S/1000 + 0,5$ (unde S este cursa, în mm)
superior ..... $S/500 + 0,5$

Scanned with OKEN Scanner

Spațiul mort se controlează cu sîrme de plumb introduse sub piston și deasupra acestuia prin orificiile supapelor care nu sînt încă montate, sîrme care se turtesc prin mișcarea pistonului. La început se stabilește spațiul mort inferior (la mașinile orizontale, cel mai apropiat de capul de cruce) cu ajutorul deplasării tijei pe filetul găurii capului de cruce; poziția definitivă a tijei se fixează cu ajutorul unui inel de distanțare sau al altei piese de limitare asemănătoare. După aceea, prin variația grosimii garniturii de sub capacul superior al cilindrului, se reglează spațiul mort superior.

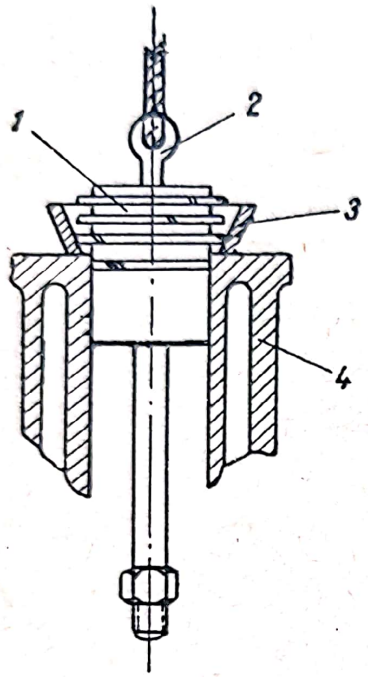


Fig. 112. Introducerea pistonului în cilindru: *1*—piston la ansamblu; *2*—șurub cu ochi; *3* — con de ghidaj; *4* — cilindru.

Cu montarea supapelor și a subansamblelor auxiliare se sfîrșește asamblarea mașinii. Totuși, în funcție de rezultatele încercărilor (probelor), este posibil să fie necesare după aceea o demontare parțială, un control și o asamblare repetată a compresorului.

Încercările (probele). În timpul probelor unui compresor reparat se remediază: a) etanșeitatea spațiilor pentru gaze în subansamblele respective ale mașinii (cilindru, conducte, armături, răcitoare intermediare, filtre, colectoare de aer etc.);

b) asamblarea corectă a pieselor subansamblului în mișcare și calitatea finisării suprafețelor în frecare;

c) indicii principali de funcționare: debitul, randamentul volumetric, randamentul indicat izotermic, randamentul mecanic, consumul de apă de răcire pe cal putere și consumul de putere (CP/m³).

Necesitatea determinării pe rînd a indicilor mai sus enumerați combinată cu remedierea intermediară a lipsurilor descoperite conduce la următoarea schemă a încercărilor:

1. Îmbunătățirea calității tuturor suprafețelor în frecare în timpul mersului în gol al compresorului (pînă la opt ore).

2. Demontarea parțială pentru verificare și remedierea defectelor unor subansamble și asamblarea din nou.

3. Încercarea la etanșeitate a spațiilor pentru gaze, folosind presiunea creată de compresorul supus încercării sau presiunea

Scanned with OKEN Scanner

obținută de la o sursă exterioară, îmbunătățindu-se etanșarea în funcție de rezultatele încercării.

4. Încercări de lucru în sarcină, cu ridicarea diagramelor indicate și alte măsurători (1—3 schimburi).

Determinarea indicilor principali de funcționare a compresorului necesită următorul complet minim de instrumente:

a) un indicator de diagrame portativ (pe cilindru);

b) manometre la aspirație, între trepte, și la refulare;

c) un debitmetru (în execuția cea mai simplă se folosește o diafragmă cu un manometru diferențial) sau un rezervor calibrat sau la nevoie colectorul de aer;

d) termometre la aspirația și refularea gazelor, la locul de debitare a apei de răcire, la locul de ieșire a acesteia din cămașa cilindrilor și la nivelul răcitoarelor intermediare;

e) apometru sau un rezervor calibrat pentru apa de răcire;

f) un watmetru portativ.

Cu ajutorul acestor instrumente în mod nemijlocit se măsoară:

Debitul compresorului	Q_{real}, m³/h[1])
Presiunea la refulare.....	P_2 kg/cm²
Presiunea la aspirație.....	P_1 kg/cm²
Temperatura gazului la aspirație	t_1, °C
Temperatura gazului la refulare după fiecare treaptă	t'_2, °C; t''_2, °C etc.
Consumul de apă pentru răcirea cilindrilor	W_1, l
Consumul de apă în răcitoare	W_2, l
Temperatura apei de răcire la intrare....	θ_1, °C
Temperatura apei de răcire la ieșire din cilindrii și din răcitoare.....	θ'_2, °C; θ''_2, °C etc.
Puterea consumată de motor de la rețea ..	$N_{1.\,mot.}$, kW

Prin planimetrarea diagramei indicate a fiecărui spațiu al cilindrului, se determină lucrul mecanic indicat la fiecare treaptă, L', L'' etc. la o cursă a pistonului.

Valorile măsurate permit determinarea celor mai importanți indici de funcționare ai compresorului reparat:

1. Capacitatea reală Q_{real}, m³/min.

2. Randamentul volumetric

$$\eta_{vol} = \frac{Q_{real}}{FSn},$$

[1]) În ceea ce privește necesitatea introducerii unor corecturi față de datele reale ale măsurării productivității Q după volumul colectorului de gaze, vezi N. M. Girșberg. Энергетический бюллетень Министерства нефтяной промышленности, Nr. 4 (1951).

în care:

F este suprafața pistonului, m².

S — cursa, m;

n — numărul de rot/min.

3. Puterea indicată

$$N_i = \frac{P_i F S n}{60 \cdot 75},$$

în care:

P_i este presiunea medie indicată din diagramă, kgf/cm².

4. Randamentul izotermic indicat η_{iz} prin împărțirea puterii rezultată din calculul ciclului izotermic la puterea indicată a ciclului N_i

$$\eta_{iz} = \frac{1{,}67\ P_1 Q \ln \frac{P_2}{P_1}}{N_i}$$

5. Puterea totală sau efectivă a compresorului

$$N_{ef} = N_{mot}\ \eta_{mot}$$

în care:

η_{mot} este randamentul electromotorului după certificat

6. Randamentul mecanic

$$\eta_{mec} = \frac{N_i}{N_{ef}},$$

7. Consumul specific de putere (în CP/m³)

$$N_{sp} = \frac{N_{ef}}{Q_{real}}$$

8. Consumul specific de apă pentru răcire (în l/m³)

$$W_{sp} = \frac{\Sigma W}{Q_{real}}$$

(valoarea normală W_{sp} se află între limitele 3,5 — 5 l/m³).

Acești indici determinați cu ajutorul unui număr mic de măsurători făcute cu instrumente simple subliniază necesitatea indiscutabilă a terminării fiecărei reparații mijlocii sau capitale prin încercări și probe de funcționare consemnate într-un protocol.

Operațiile și metodele descrise în acest capitol sînt folosite cu oarecare variații și la reparația altor mașini (pompe cu piston, motoare pneumatice etc.) cu mecanism bielă-manivelă. De aceea, metodele indicate pentru stabilirea degradărilor, reparațiilor, asamblare și control pot fi considerate drept tip pentru un număr mare de mașini.

Scanned with OKEN Scanner

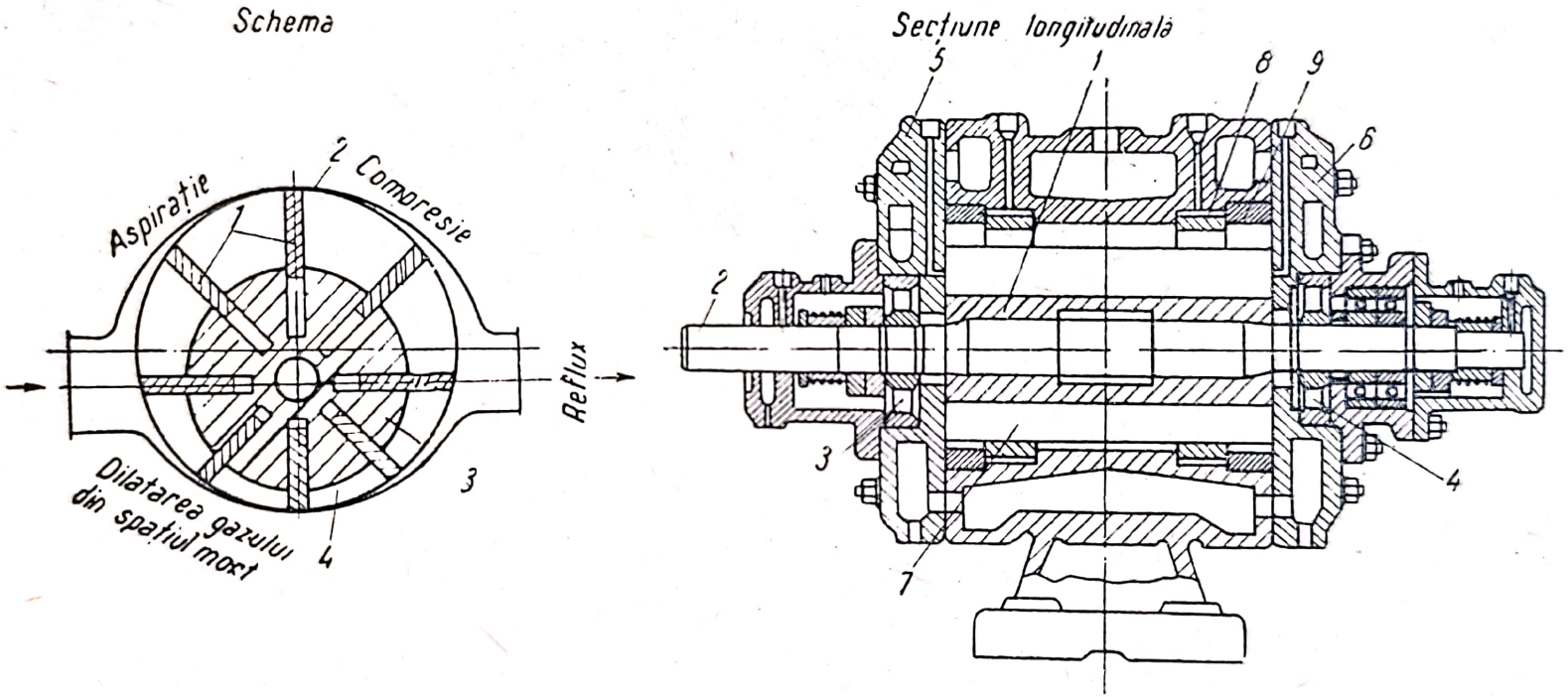


Fig. 113. Compresor cu palete alunecătoare, schema și secțiunea longitudinală:
1 — palete alunecătoare; *2* — cilindru; *3* — tamburul rotorului; *4* — spațiu mort; *5*, *6* — capacele cilindrului; *7* — palete alunecătoare de oțel; *8* — inele libere; *9* — inele limitatoare.

REPARAREA COMPRESOARELOR ROTATIVE ŞI A POMPELOR DE VID

Pompele şi compresoarele rotative îşi găsesc o utilizare din ce în ce mai mare în industria chimică datorită mersului lor rapid, compactităţii, echilibrării şi debitului uniform. În prezent uzinele constructoare de maşini produc un mare număr de diverse tipuri de compresoare şi pompe rotative.

În cele ce urmează ne vom limita la cercetarea pe scurt a tehnologiei de reparaţii pentru trei tipuri de maşini rotative:

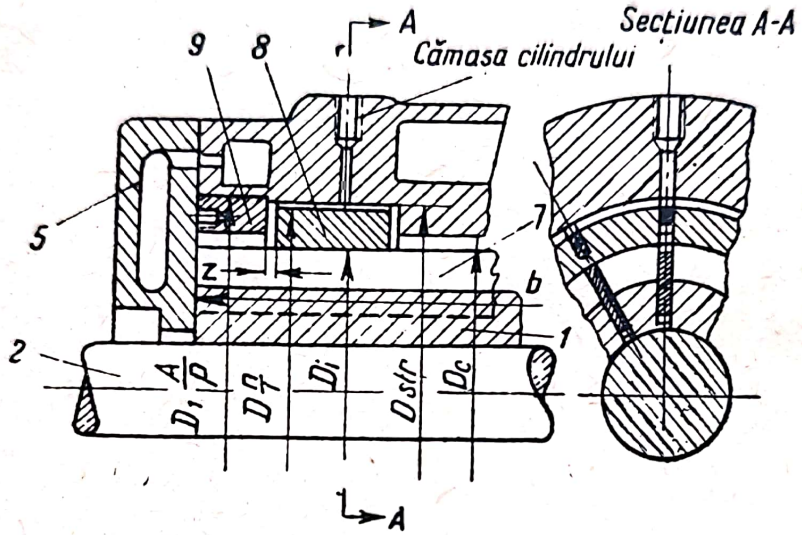


Fig. 114. Detaliul inelelor libere şi limitatoare.

a) compresoare şi pompe de vid cu palete alunecătoare:
b) pompe de vid cu apă, segmenţi şi suflante de gaze RMK;
c) compresoare de clor HK.

Repararea compresoarelor cu palete alunecătoare

Construcţia şi principiul de funcţionare al compresorului cu plăci reiese din fig. 113.

În nuturile rotorului alunecă sub un unghi mic faţă de rază (în direcţia rotirii) paletele subţiri din oţel 7.

Pentru reducerea uzurii cilindrului, în acesta sînt practicate la extremităţi canale (fig. 114) în care se aşază inelele libere *8*. Lamelele sînt apăsate pe aceste inele pe care le antrenează prin rotirea lor. Inelele libere sînt asigurate în ceea ce priveşte deplasarea axială prin inelele limitatoare *9* presate în canalele cilindrului. Pentru descărcarea inelelor libere de presiunea interioară a gazului, în acestea se fac o serie de orificii, iar în partea exte-

Scanned with OKEN Scanner

rioară un număr egal de nuturi pentru palete mici. Astfel, fiecărei camere în cilindru îi corespunde o cameră mică în jocul dintre inel și canalul din cilindru.

Prin această construcție se realizează:

a) sprijinirea paletelor alunecătoare numai pe inele, diametrul interior al inelului fiind cu ceva mai mic decît diametrul cilindrului; între suprafața cilindrului și a paletelor se formează o fantă mică umplută cu unsoare;

b) rotirea inelelor, antrenate de către forța centrifugă a paletelor în contact, cu o viteză unghiulară apropiată de viteza de rotire a rotorului;

c) crearea unui joc radial între inele și canalele cilindrului, divizat în compartimente separate de către paletele mici amintite mai sus;

d) contactul capacelor laterale ale cilindrului numai cu fețetele scurte ale paletelor și nu și cu partea frontală a tamburului;

e) alunecarea liberă uniformă a paletelor în nuturile tamburului fără oscilații, pentru prevenirea denivelării paletelor.

În timpul exploatării mașinilor cu palete alunecătoare, se uzează:

1) arborii, în locurile lor de trecere prin presetupe;
2) rotoarele, în nuturi;
3) paletele, pe toate fețele dar mai ales în lățime;
4) inelele libere: pe suprafața interioară, în nuturile paletelor mici și pe suprafața exterioară;
5) cilindrii, în perioadele de oprire și pornire;
6) capacele laterale, pe partea lor frontală;
7) rulmenții.

Se murdăresc mantalele cilindrilor și conductele de ulei.

Aceste uzuri conduc la scăderea debitului mașinii și la creșterea puterii necesare pentru antrenare.

În funcție de rapiditatea uzurii, piesele supuse acesteia pot fi împărțite în următoarele categorii:

I. Piese de schimb cu uzură rapidă: paletele mari (pentru cilindru), paletele mici (pentru inele libere), rulmenții.

II. Piese cu durată largă de funcționare (recondiționate la reparații): inelele libere, cilindrii, arborii, rotoarele.

Sistemul RPP (reparații preventive planificate) prevede pentru compresoarele cu palete:

Reparația curentă (după 1 000—1 500 ore de funcționare) în cursul căreia paletele sînt rectificate sau întoarse, iar paletele mici sînt parțial schimbate; se curăță cilindrul, conductele de

Scanned with OKEN Scanner

ulei, mantaua de răcire, se reglează jocul axial. Perioada de imobilizare reprezintă una pînă la două zile și nopți.

Reparația mijlocie (după 3 000—4 000 ore) conține lucrările care se execută în cursul reparației curente și, în afară de aceasta, prevede schimbarea paletelor și rulmenților, recondiționarea arborelui. Durata reparației de această categorie reprezintă 3—4 zile și nopți.

În cursul *reparațiilor capitale*, după 17 000—20 000 ore, în afara crărilor menționate mai sus se mai execută alezarea cilin-

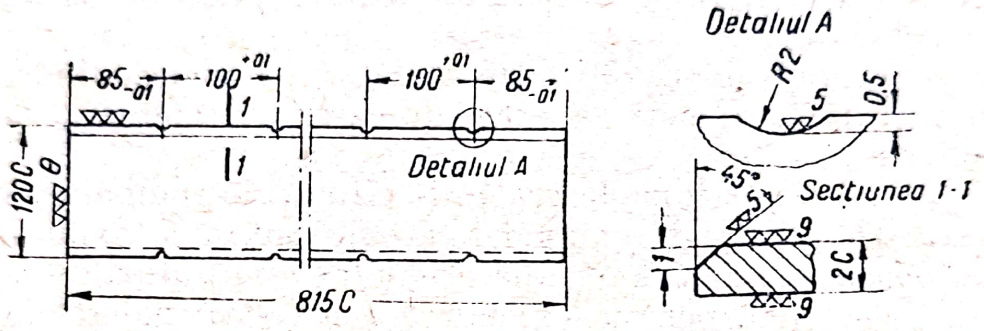


Fig. 115. Paleta compresorului (material U-9A, se călește pînă la R_c 45).

drilor și inelelor libere precum și strunjirea capacelor (la compresoare). Imobilizarea poate să ajungă pînă la 10 zile și nopți cu un consum de 70—100 ore-om. Se recomandă ca repararea compresoarelor și pompelor de vid să se realizeze după următoarea schemă a ciclului de reparații: K— C— M— C— M—C—M—C—M—C — M— C— M— C— M— C— K.

Vom analiza cele mai raționale metode de reparații ale pieselor importante:

Paletele alunecătoare ale compresoarelor sînt confecționate din oțel dur, de exemplu din mărcile J8A, J10A și—în cazul funcționării în gaze corozive— din oțel cu proprietăți speciale, cum sînt oțelurile pe bază de crom EJ3 (3H13), oțelul crom-nichel EIA2 etc. Grosimea paletelor noi este de 1—3 mm, lungimea lor trebuind să fie cu 0,05 — 0,1 mm mai mare decît lungimea rotorului și cu aceeași valoare mai mică decît lungimea cilindrului. Lățimea paletelor trebuie să fie egală cu adîncimea nuturilor din rotor. La ajustarea paletelor după nuturi, fanta uniformă trebuie să se afle între 0,1 — 0,15 mm. La paletele care lucrează împreună cu inelele libere, zona de funcționare în contact cu inelele este limitată de crestături (fig. 115), ale căror dimensiuni cresc cu creșterea grosimii paletei.

Un criteriu de uzură pentru schimbarea paletelor este micșorarea lățimii acestora pînă la 0,92 din cota nominală. Pînă

la atingerea acestei limite paletele sînt întoarse (la prima reparație) și se rectifică.

Confecționarea de palete de schimb în atelierele de reparație nu întîmpină greutăți serioase; pentru aceasta este necesară o mașină de rectificat plană cu masă magnetică.

Semifabricatele (țaglele) se taie în fîșii, care se rabotează pe două fețe cu un adaos de prelucrare la grosime de aproape 1 mm, se rectifică cu un adaos de prelucrare pînă la 0,3 — 0,4 mm, sînt supuse călirii în trepte, după care (în cursul reparației) fețele laterale se finisează prin rectificare pînă la dimensiunea corespunzătoare lățimii reale a nuturilor cu jocul prescris. Rectificarea părților frontale ale paletelor poate să se execute în pachet, după tratarea termică.

Paleta pregătită pentru montare trebuie să aibă muchiile de lucru riguros rectilinii, fețele perpendiculare iar grosimea trebuie să fie uniformă (toleranță 0,01 — 0,02 mm).

Cilindrii și inelele libere ale compresoarelor. Strunjirea la interior a cilindrilor trebuie să se execute doar în cazuri excepționale (zgîrieturi ale oglinzii, uzură intensă a părții inferioare a acesteia.) Ca limită pentru strunjirea interioară se indică mărirea suprafeței secțiunii în formă de seceră (fig. 113, p. 223), cu pînă la 4% față de nominal. În continuare reparațiile se execută prin cămășuirea cilindrului.

La toate strunjirile interioare ale cilindrului trebuie neapărat să se rectifice și inelele libere, în vederea respectării jocurilor în conformitate cu fig. 114:

$$D_c - D_i = (0{,}001 \ldots 0{,}015) D_c$$
$$D_{str} - D_i^n = 0{,}002 D_i^n$$

De obicei cilindrul doar se curăță și la micșorarea jocului $(D_c - D_i)$ cu pînă la 50%, datorită uzurii, inelele libere se schimbă prin altele noi sau se strunjesc și se metalizează pentru stabilirea jocurilor normale indicate mai sus.

Capacele laterale se strunjesc în dispozitive speciale și se rectifică pînă la îndepărtarea completă a zgîrieturilor și rizurilor.

În cazul unei uzuri peste limită a fețelor scurte ale paletelor, se pot produce zgîrieturi pe părțile frontale ale rotorului; la înlăturarea lor prin strunjire, partea frontală a cilindrului trebuie să fie strunjită la aceeași adîncime.

Rotorul se repară în cursul reparației capitale prin ajustarea nuturilor, adică prin rectificarea acestora pînă ce se asigură paralelismul laturilor în limitele toleranței de 0,02 mm.

Asamblarea compresoarelor cu palete alunecătoare. Ordinea operațiilor de asamblare este în principiu cea indicată în fig. 116.

Scanned with OKEN Scanner

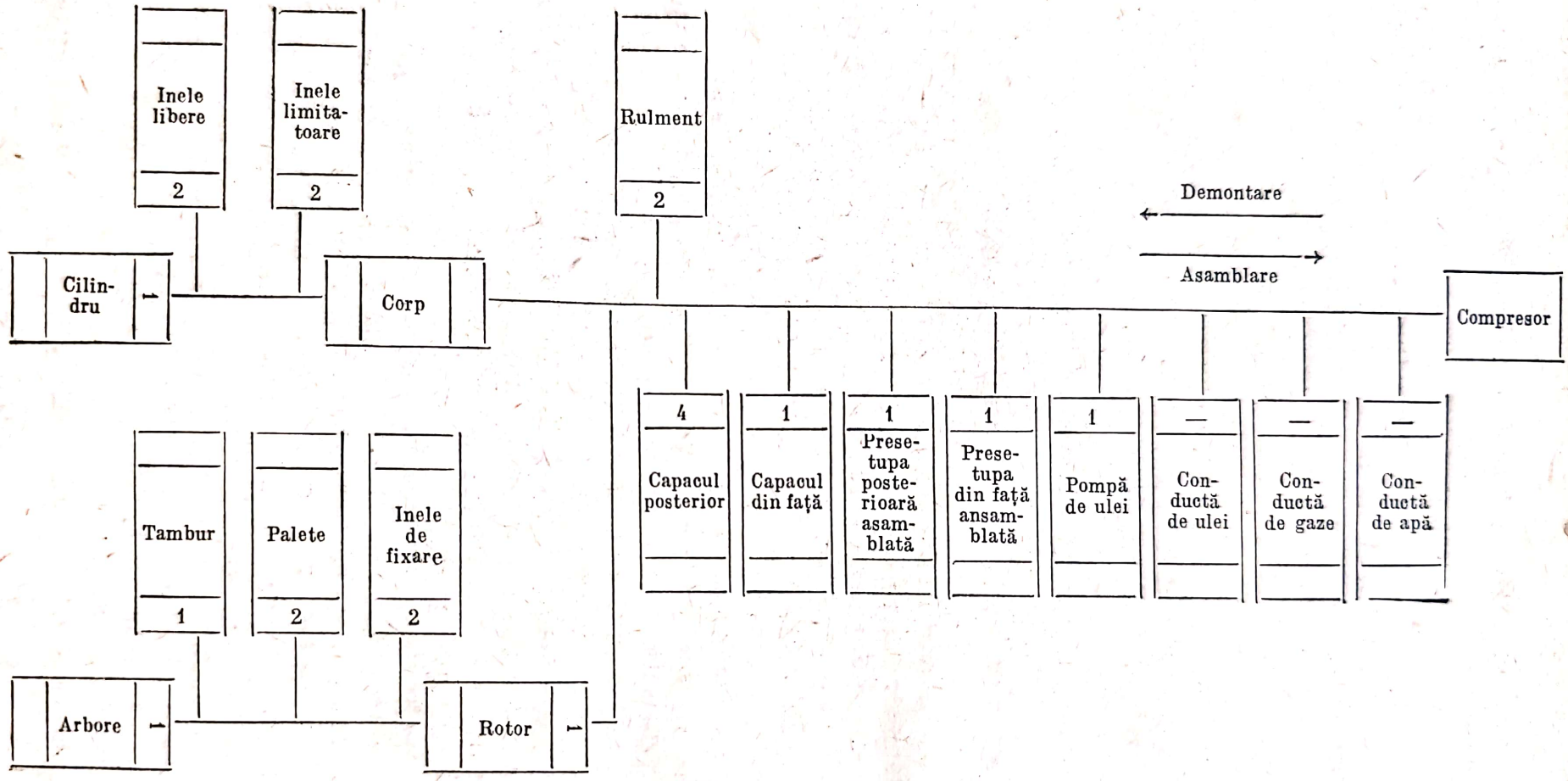


Fig. 116. Schema demontării și montării compresorului cu palete alunecătoare.

Asamblarea corpului cilindrului se începe prin așezarea în șanțurile respective a două inele libere (prevăzute cu paletele mici), după care se montează cele două inele limitatoare. Inelele libere trebuie să se monteze cu un joc axial $z = 0{,}002...0{,}0025\ b$ (în care b este lungimea cilindrului). În acest scop canalul pentru inelele limitatoare se face cu diametrul mărit și la păsuirea acestor inele jocul z se menține prin deplasarea inelelor limitatoare pînă la prag. Inelele limitatoare se prelucrează pentru un ajustaj de trecere și se așază pe locul lor prin lovituri ușoare de ciocan, prin intermediul unei plăci de lemn.

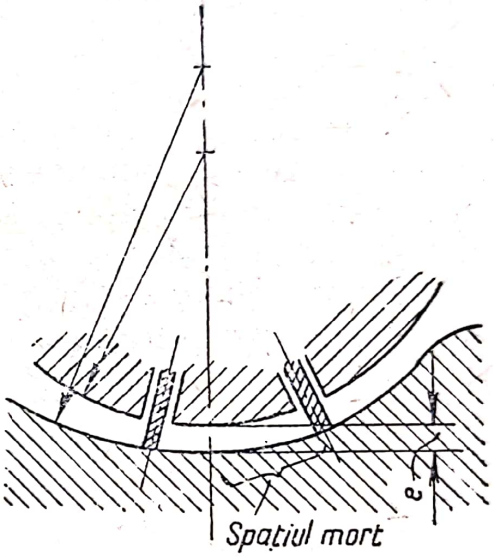


Fig. 117. Jocul „e" între rotor și cilindru.

În ansamblul rotorului intră arborele cu pene, rotorul, inelele de montaj și unele piese de etanșare frontală. Jocul radial de exploatare „e", dintre rotor și cilindru în locul apropierii maxime, se alege între $e = 0{,}0006\ D_c$ (pentru compresoarele mici) pînă la $e = 0{,}001\ D_c$ (pentru mașinile mari). Creșterea valorii „e" peste cifrele indicate va conduce la mărirea spațiului mort și prin urmare va reduce randamentul volumetric (fig. 117).

Luînd în considerare jocul radial de neînlăturat al rulmenților (în mod normal reprezentînd $a = (0{,}0002...0{,}0003)\ D_c$, fanta de montaj la rotor se ia egală cu $e + a$. Concomitent cu așezarea rotorului (fără palete de lucru) se montează la un cap capacul cilindrului cu rulmenții cu bile și se ridică rotorul de capătul arborelui, în acea parte unde capacul nu este încă montat. În continuare, sub rotor pe fundul cilindrului, se așază o placă de cupru sau aluminiu, cu lățimea de 1 cm, cu o lungime de 25 cm și care trebuie să fie de o grosime uniformă, $k = e + a$. După aceea se montează al doilea capac cu rulmenți cu bile.

După ce toate lucrările indicate mai sus au fost executate, se apucă rotorul de un capăt al arborelui și se rotește. Dacă rotorul se rotește însă greu, el trebuie să antreneze placa de control în sus. În acest caz, se demontează din nou capacul și se scoate de deasupra rotorului placa cu urmele nuturilor rotorului. Aceasta arată că jocul interior $k = e + a$ este normal și compresorul poate fi montat în continuare. Dacă însă placa nu a fost antrenată în

Scanned with OKEN Scanner

sus și rotorul se rotește ușor, aceasta înseamnă că între rotor și partea inferioară există un joc mare; asamblarea în continuare a compresorului nu este permisă, în caz contrar mașina funcționînd neeconomic. În acest caz trebuie coborît capacul cilindrului și rotorul, schimbînd locul știfturilor de centraj.

După ce s-a realizat jocul radial, se scoate un capac și se montează paletele de lucru în rotor, după care capacul se fixează și se reglează jocul axial care se realizează prin varierea grosimii garniturilor dintre corpul cilindrului și capac.

Distribuirea jocului axial, care în totalitatea sa reprezintă 0,5—0,8 mm pe ambele părți ale rotorului, se face cu ajutorul unei șaibe de distanțare, amplasată în corpul lagărului din spate. Încercările (probele) compresoarelor cu palete alunecătoare și ale pompelor de vid se fac după programul mașinilor cu piston cu destinație similară.

REPARAREA POMPELOR CU INEL DE APĂ

Pompele de vid rotative și suflantele de gaz cu inel de apă sînt reprezentate în industria U.R.S.S. de pompele de vid mici de serie KVN și de mașinile mai mari de tip RMK.

În mașinile RMK (fig. 118), tamburul cu palete al rotorului este amplasat excentric în corpul cilindrului. Înainte de pornirea mașinii, în cilindru se toarnă o cantitate de apă al cărei nivel este limitat de poziția robinetelor de control. Pe măsură ce rotorului i se imprimă viteză, apa este antrenată de paletele tamburului în rotire, fiind proiectată spre pereții cilindrului de către forța centrifugă și formînd în acest fel un inel de apă, care izolează una de cealaltă celulele formate de paletele rotorului. Gazul aspirat prin orificiile care se găsesc în pereții frontali este comprimat în celulele tamburului la rotirea acestuia și este împins prin orificiile mai mici amplasate în aceleași părți frontale și în continuare pătrunde în ștuțul de refulare. Tamburul cu palete împreună cu arborele său și cu șaibele de reglaj formează „rotorul", care se sprijină la capete în doi rulmenți cu bile, amplasați împreună cu presetupele în locașurile din capacele montate la părțile frontale.

Trecerea gazului din spațiul de refulare în cel de aspirație este posibilă doar prin jocurile dintre părțile frontale ale rotorului și părțile frontale ale mașinii. Frecarea intensivă a apei de pereții cilindrului, de părțile frontale și palete și formarea de turbioane,

Scanned with OKEN Scanner

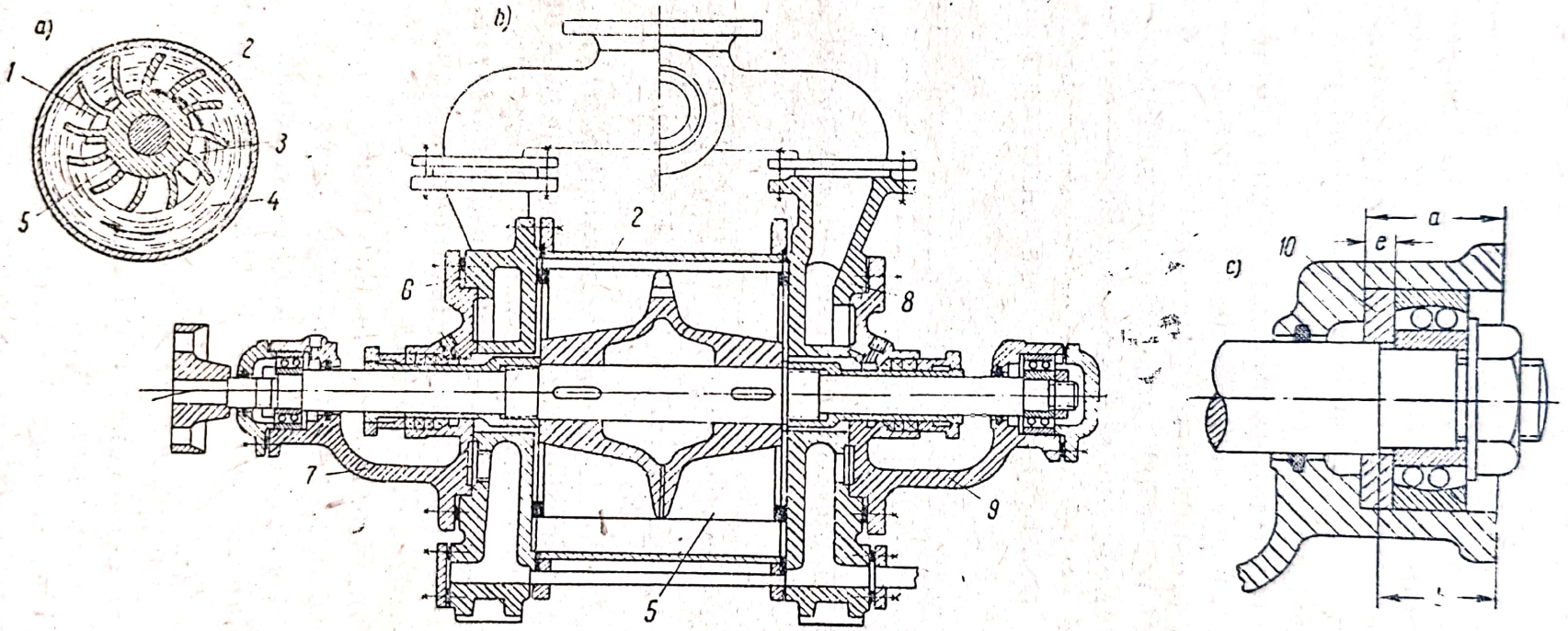


Fig. 118. Pompa de vid RMK-4:

a — schema de funcționare; *b* — secțiune longitudinală; *c* — reglarea jocului axial al rotorului; *1* — refulare; *2* — cilindru; *3* — aspirație; *4* — inel de apă; *5* — rotor; *6* — partea din față a corpului; *7* — lagăr din față; *8* — partea din spate a corpului; *9* — lagăr din spate; *10* — șaibă de reglaj.

provoacă mari pierderi hidraulice și eroziunea suprafeței pieselor respective.

În cursul exploatării acestor mașini se reduce etanșeitatea îmbinărilor cu garnituri și presetupe, se uzează bucșele de montaj și lagărele; schimbarea acestor piese se face în cadrul reparației curente. Schimbarea lagărelor, bucșelor de presetupă și a garniturilor presetupei, recondiționarea sau schimbarea arborelui se execută la reparația mijlocie.

Recondiționarea tamburului uzat, a cilindrului și a părților frontale ale suprafețelor deteriorate de acțiunile de eroziune și corodare, ca urmare a frecării intense mai sus menționate a inelului de apă în rotire, se face numai în cadrul reparației capitale.

Pentru mașinile de model RMK—3 și RMK—4 se recomandă următorul ciclu de reparații: K—C—C—M—C—C—M—C—C—K cu următoarele durate de funcționare între reparații:

	în ore
C—C	700— 1 000
M—M	3 000— 4 000
K—K	8 000—10 000

Reparațiilor de aceste categorii le corespund următoarele norme de imobilizare (perioade de nefuncționare):

curentă	4—8 ore (în limitele unui schimb)
mijlocie	2—3 zile și nopți
capitală	4—5 zile și nopți

Repararea părților frontale ale mașinilor se realizează prin strunjirea suprafețelor lor frontale de lucru pentru îndepărtarea rizurilor și a adînciturilor provocate prin eroziune, adîncimea reală de strunjire compensîndu-se la asamblare prin îngroșarea garniturii dintre flanșele cilindrului și părțile frontale, sau prin strunjirea flanșelor cilindrului.

Repararea tamburului se rezumă la strunjirea părților frontale și—după o serie de astfel de strunjiri—la încărcarea prin sudarea cu electrozi de oțel sau combinați (oțel-cupru) apoi, în continuare, la rectificare. Paletele care s-au subțiat mult pot fi încărcate prin sudare.

Demontarea și montarea mașinilor RMK la reparații este redată complet în schema concentrată din fig. 119.

La asamblarea mașinii după reparație, trebuie acordată o atenție deosebită asigurării excentricității prescrise a rotorului și asigurării jocurilor axiale între rotor și partea frontală.

Scanned with OKEN Scanner

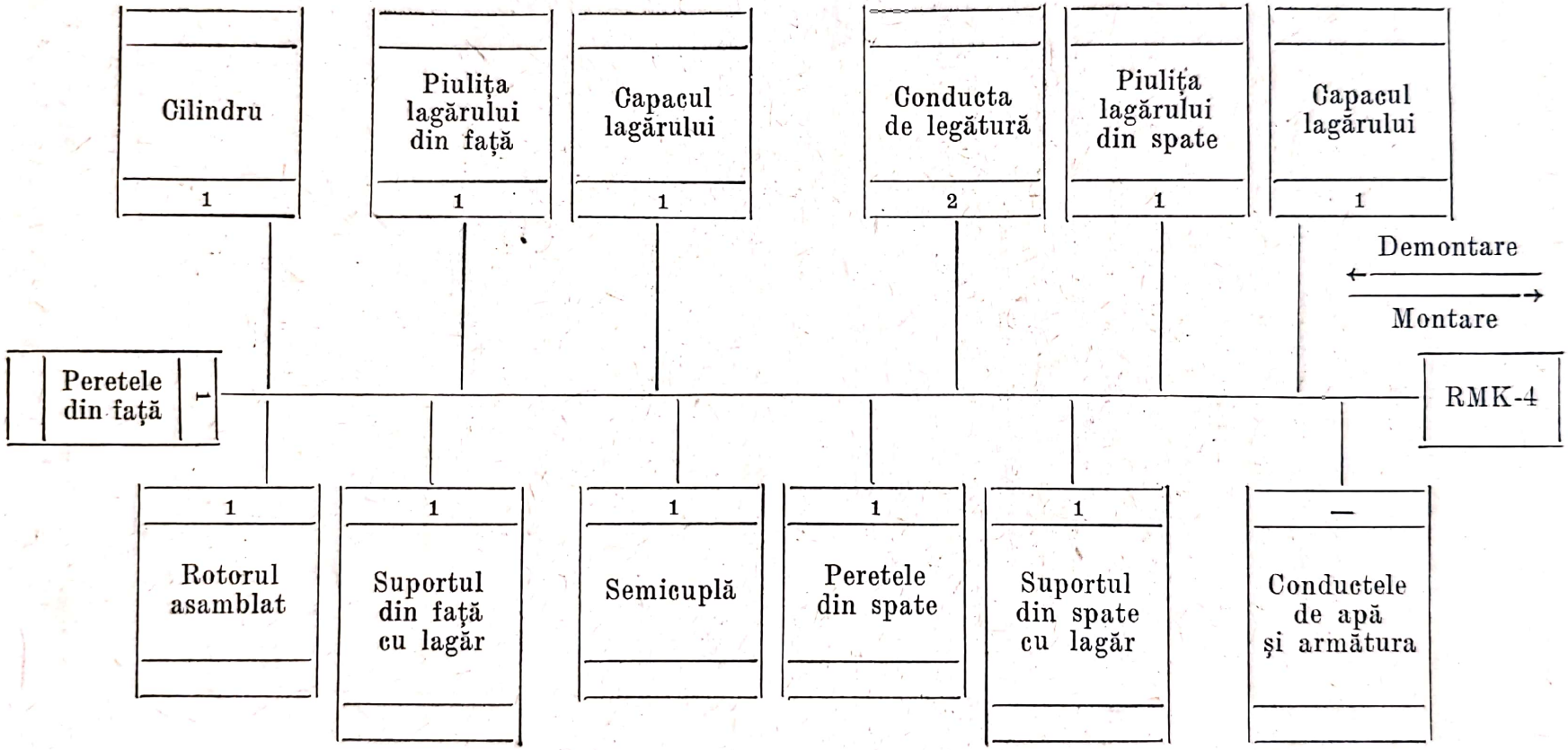


Fig. 119. Schema demontării și montării pompei de vid RMK-4.

Excentricitatea rotorului în cilindru este trecută în cartea mașinii și reprezintă:

	în mm
pentru mașinile RMK-1 și RMK-2	12
„ „ RMK-3	20
„ „ RMK-4	35

La montarea rotorului în cilindru, excentricitatea se controlează cu o placă de măsură de grosime corespunzătoare, așezată între paletele inferioare ale rotorului și oglinda cilindrului. Reglajul acestui joc se face prin deplasarea cilindrului față de părțile frontale, folosind jocul din găurile pentru buloane. După control, poziția cilindrului se fixează prin știftul de control.

Suma jocurilor axiale c dintre părțile frontale ale rotorului și părțile frontale ale mașinii trebuie să se găsească între limitele 0,3 (RMK-1 și RMK-2) — 0,5 mm (RMK-3, RMK-4).

La asamblarea preliminară a rotorului, montarea tamburului pe centrul părții de păsuire a arborelui se execută prin înșurubarea bucșelor de montaj, care sînt fixate la arbore prin filet.

Suma jocurilor axiale 0,3—0,5 mm se asigură prin alegerea garniturilor (de egală grosime în poziție comprimată) dintre părțile frontale ale mașinii și flanșele cilindrului.

Pentru o distribuție uniformă a jocului total pe ambele părți ale tamburului, se procedează în felul următor:

Montînd complet pompa, însă fără rulmentul cu bile din spate, se deplasează rotorul în poziția limită în față (spre motor) și se măsoară în cutia corpului lagărului *2* dimensiunile a și b (unde b limitează poziția strunjirii pe arbore pentru rulment) (fig. 118,*c*).

Se determină dimensiunea $e = a - b + \frac{c}{2}$ (în care c este jocul total indicat mai sus, egal cu 0,3—0,5 mm).

După dimensiunea „*e*“ se confecționează șaiba de oțel, montată în corpul lagărului din spate înainte de montarea rulmentului cu bile, după care acest lagăr se strînge cu piulița. Lagărul din față se montează întotdeauna cu un joc axial de 2—3 mm pentru compensarea dilatării termice a rotorului în direcția axială.

Trebuie menționat că în perioada de funcționare dintre reparații garniturile din îmbinările cilindru — parte frontală pot fi strînse suplimentar pentru etanșare și, ținînd seama de posibilitatea unei strîngeri neuniforme, egalitatea jocurilor stabilită pe ambele părți frontale ale rotorului poate fi deranjată. Determinîndu-se aproximativ diferența de grosime a garniturilor, se pot egaliza jocurile prin slăbirea bucșei de montaj a tamburului din partea jocului mare și strîngerea bucșei de montaj din partea opusă adică a jocu-

Scanned with OKEN Scanner

lui mai mic, după care cele două bucşe trebuie să fie din nou asigurate contra desfacerii.

Asamblarea maşinii se termină prin încercarea (probarea) de funcţionare timp de 1—2 ore, la început în gol, după aceea în sarcină, admiţîndu-se o abatere de ± 5% faţă de valorile normale ale debitului şi presiunii.

Repararea compresoarelor pentru clor de tip HK

Aceste compresoare (fig. 120) se confecţionează pentru comprimarea clorului gazos, în prealabil deshidratat şi răcit. Raportul de compresie obţinut în maşinile HK nu este mare.

Proprietăţile chimice ale clorului (interacţiunea cu apa) obligă a se renunţa la folosirea apei pentru crearea filmului inelar în rotire format din lichid, şi la ulei pentru ungerea presetupelor subansamblurilor. De aceea drept lichid de lucru în compresoarele HK serveşte acidul sulfuric concentrat ($\geqslant$ 93%), folosit în cilindru pentru formarea inelului lichid de etanşare şi în presutupă pentru răcire şi ungere.

În timp ce clorul gazos umed provoacă în mod energic coroziunea majorităţii metalelor, iar uleiul mineral de uns care conţine clor pierde proprietăţile sale lubrifiante şi se transformă în diverse produse clorurate adeseori otrăvitoare, amestecul de gaz şi lichid al clorului cu acidul sulfuric concentrat corodează numai într-o mică măsură oţelul şi fonta[1]).

Acidul formează, în timpul rotirii tamburului într-un alezaj de formă eliptică, un inel lichid de formă ovală, creînd două spaţii de lucru. În fiecare din aceste spaţii volumul celulelor care se umplu cu gaz, la început creşte, după aceea se micşorează, gazul fiind aspirat în camerele cu volum mare, şi comprimat se refulează din camerele cu volum mic.

Astfel, la o rotaţie a tamburului au loc două aspiraţii şi două refulări, adică această maşină se încadrează în grupa maşinilor cu dublu efect. Aspiraţia şi refularea gazului se realizează prin canalele care se găsesc în părţile frontale ale corpului statorului.

---

[1]) În subansamblele de frecare acţiunea de pasivizare a H_2SO_4 concentrat asupra metalelor feroase se reduce prin frecarea continuă a stratului protector. După cercetările M.I.I.H.M. piesele care se uzează în condiţiile ungerii cu H_2SO_4 se recomandă a fi confecţionate din fontă H27 pe bază de crom. [E. V. Lialin, Сб. «Повышение износостойкостии срока службы машин». Машгиз, 372 (1953)].

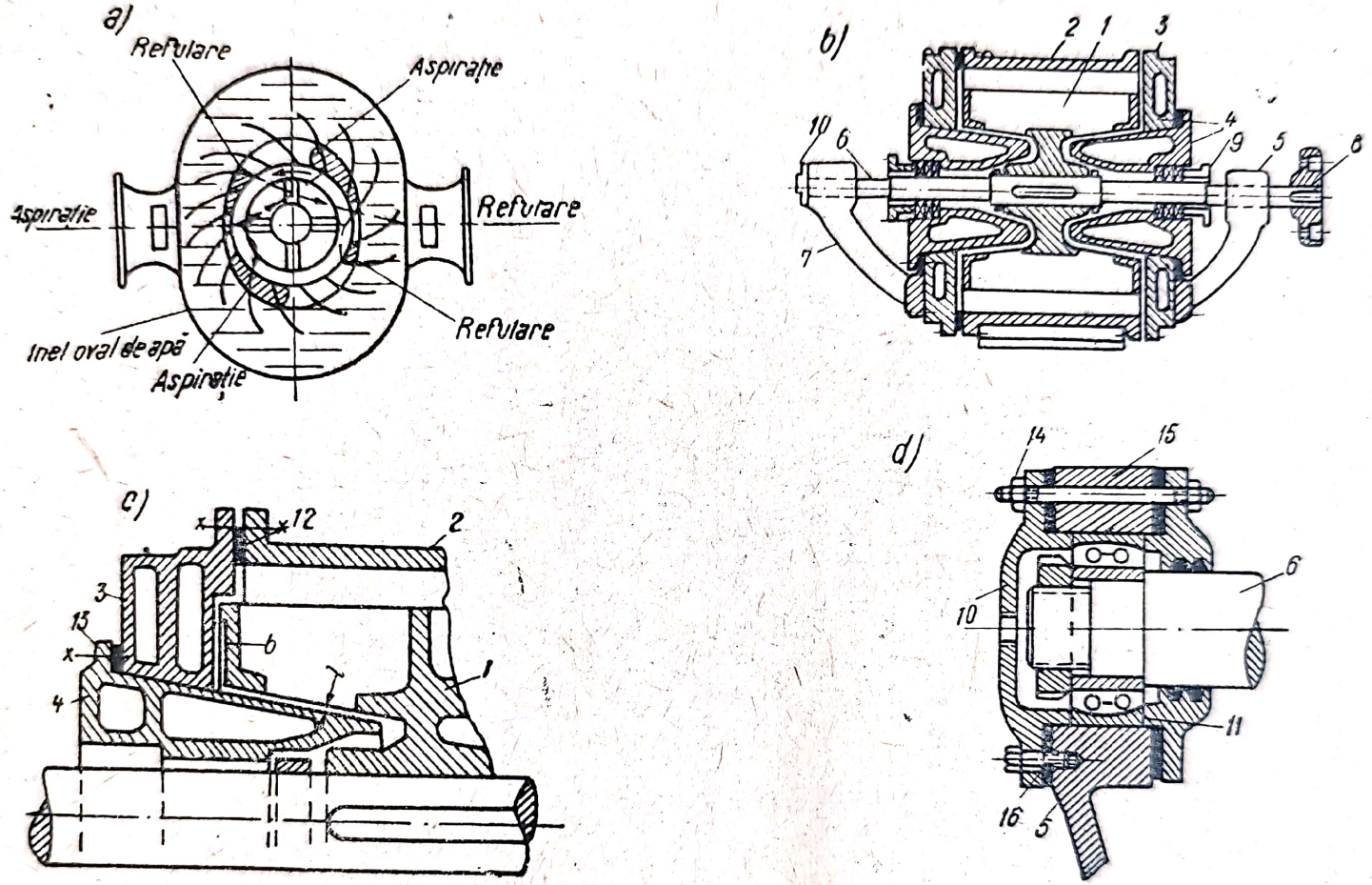


Fig. 120. Compresorul pentru clor cu inel de lichid, HK-7:

a — schema de funcționare; *b* — secțiune longitudinală; *c* — îmbinarea rotorului *1*, a conului *4*, a capacului *3*, a a cilindrului *2*; *d* — subansamblul lagărului posterior al compresorului HK-7:
1 — rotor; *2* — cilindru; *3* — capace; *4* — conuri; *5* — lagăre de fontă; *6* — arborele rotorului; *7* — bucșă; *8* — semicuplaj; *9* — bucșă cu presetupă; *10* — capacul lagărului; *11* — rulment; *12*, *13* — garnituri; *14* — bulon de strîngere; *15* — garnituri moi; *16* — ansamblu din garnituri din sîrmă St 3.

Scanned with OKEN Scanner

Gazul refulat antrenează după sine o oarecare cantitate de acid, care este captată după aceea în separatorul de picături și răcită în răcitorul de acid. Separatorul și răcitorul sînt montate pe partea de refulare a conductelor de gaz și reprezintă aparate separate care completează compresorul. Acidul răcit se reîntoarce în compresor pentru menținerea permanentă a inelului de lichid.

Rotorul *1* reprezintă un tambur cu un rînd de palete drepte limitate de discuri și este turnat din fontă aliată.

Corpul statorului constă din cilindrul *2*, două capace *3* și două conuri *4* turnate din aceeași fontă.

Lagărele sînt amplasate în suporții din fontă *5*. Arborele rotorului *6* este confecționat din oțel carbon sau oțel inoxidabil și este protejat de uzură în presetupă prin bucșele *7* confecționate din fontă M-14. La o greutate totală a mașinii de 660 kg, 500 kg reprezintă fonta aliată.

În cursul exploatării se deteriorează:

a) rulmenții cu bile:

b) bucșele de protecție a arborelui, ca urmare a uzurii mecanice și coroziunii;

c) conurile capacelor, ca urmare a coroziunii și a uzurii abrazive a suprafețelor conice în jurul cărora se rotește tamburul;

d) rotorul, din aceleași cauze, coroziunea acestei piese fiind foarte intensivă.

Arborele rotorului, cilindrul și capacele nu sînt supuse unei uzuri mecanice intense sau coroziunii și de aceea necesită recondiționare sau schimbare în cazuri relativ rare.

Reparațiile curente ale mașinii se repetă după 1 000 ore și constau în curățirea subansamblelor cu presetupe și lagăre, schimbarea garniturii presetupelor și netezirea suprafețelor bucșelor de protecție, a conurilor și rotorului. Perioada de imobilizare pentru reparația curentă nu întrece durata unui schimb.

Reparațiile mijlocii se execută după 3 000 ore. În acest caz compresorul este demontat complet, se schimbă lagărele și bucșele de protecție, iar piesele cum sînt arborii, conurile, rotorul, sînt supuse reparației. Reparația mijlocie durează 2 — 3 zile și nopți.

Reparațiile capitale se planifică după 10 000—12 000 ore de funcționare, cu o imobilizare a mașinilor pînă la cinci zile și nopți. La nomenclatura pieselor supuse schimbării în cursul reparației mijlocii se adaugă în cazul reparațiilor capitale conul și rotorul complet (cu arborele).

Scanned with OKEN Scanner

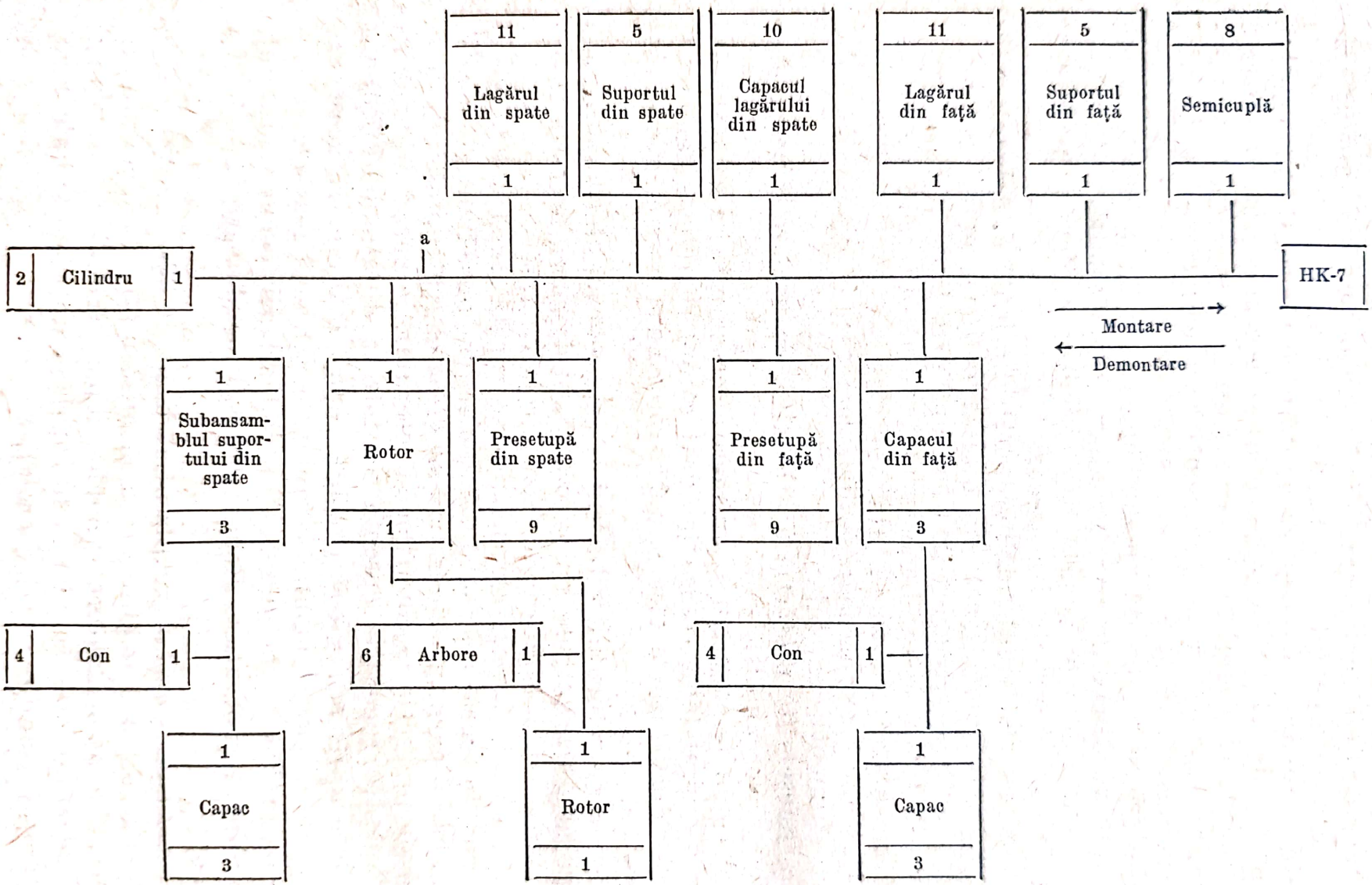


Fig. 121. Schema demontării și montării compresorului HK-7.

Scanned with OKEN Scanner

Ciclul de reparație a compresoarelor pentru clor este următorul: K—C—C—M—C—C—M—C—C—K.

Trebuie menționat că caracterul de corodare al degradărilor majorității pieselor obligă a se folosi cu mare precauție diversele metode de recondiționare și a se prefera schimbarea acestor piese cu altele noi.

Efectul maxim în ceea ce privește recondiționarea pieselor poate fi obținut prin încărcarea cu sudură a suprafeței corodate a porțiunilor libere ale arborelui, operație care se execută numai după înlăturarea minuțioasă a stratului degradat, folosind strunjirea.

Încărcarea prin sudare trebuie realizată cu arc electric folosind electrozi de clasa E-50 — E-55 din oțel austenitic cromnichel cu înveliș special, ținînd cont de toate indicațiile tehnologice menționate în cap. III.

Prelucrarea conului și rotorului în cursul reparațiilor mijlocii constă în strunjirea suprafețelor conice conjugate ale acestora (fig. 120,*c*).

Jocul suplimentar care s-a format în acest mod se compensează parțial, prin micșorarea grosimilor garniturilor dintre capace și corp, fapt care implică prelucrarea părților frontale ale rotorului cu 3—4 mm.

În cursul reparațiilor mijlocii și capitale se procedează la demontare conform schemei din fig. 121.

În cursul reparației curente demontarea se limitează pînă la punctul „*a*“ din schemă și se controlează rotorul și cilindrul fără scoaterea rotorului.

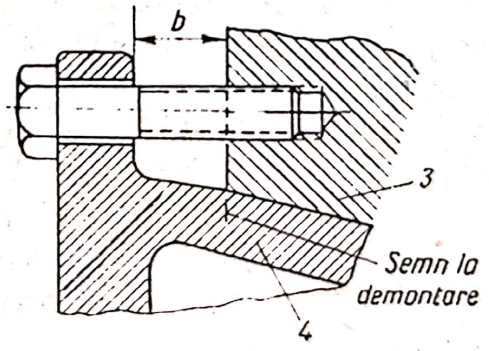


Fig. 122. Îmbinarea rațională a conului *4* cu capacul *3*.

Asamblarea mașinii se execută în ordinea inversă.

Îmbinarea capacelor cu conurile se execută cu ajustaj cu strîngere, aplicîndu-se lovituri ușoare cu un ciocan prin intermediul unei plăci de lemn. Suprafețele conjugate ale acestor piese se ajustează preliminar prin cîteva rotiri ale conului în capac cu pastă solidol care conține grafit mărunțit.

Între capacul și flanșa conului trebuie să existe totdeauna un joc *b* (fig. 122).

Pentru a se înlătura supratensionarea acestor piese în cursul asamblării, trebuie ca la demontare jocul *b* să se însemne

Scanned with OKEN Scanner

printr-un riz pe con și asamblînd subansamblul să se tindă spre asigurarea unui joc $b = b_{nom} - 0{,}05$ mm, ținîndu-se astfel seama de efectul rectificării.

Dacă se modernizează subansamblul trebuie mărită lungimea totală a conului, astfel ca jocul nominal b să reprezinte pînă la strunjirea conului sau a rotorului nu mai puțin de 15—20 mm; prin aceasta se creează posibilitatea cîtorva strunjiri cu deplasarea lentă a conului în cilindru și micșorarea jocului b.

Rotorul asamblat se echilibrează static cu o precizie corespunzătoare neechilibrări remanente $\Delta G = 30$ g.

În cursul asamblării generale după reparație, se respectă jocul dintre rotor și con $e = 0{,}28...0{,}32$ mm pe o parte (fig. 120,*c*), care corespunde jocului axial total dintre rotor și capac de 2,0—2,3 mm, deoarece unghiul de conicitate este de 8°.

Acest joc axial trebuie să fie distribuit uniform pe ambele părți ale rotorului. Jocul axial total se verifică prin deplasarea arborelui pînă la limitator în poziția extremă, capacul exterior al lagărului din spate fiind scos, după riz sau după indicator. Reglajul se execută prin variația grosimilor garniturilor dintre capace și cilindrul mașinii. După controlul jocului total se face reglajul rotorului la centru, folosind un pachet de garnituri metalice care se așază între partea frontală a suportului posterior și capacul exterior al lagărului (fig. 120,*d*).

După asamblare, compresorul este rodat în gol pentru rodarea rotorului cu conurile, timp de 1—2 ore, iar după aceea este încercat în sarcină timp de 4—8 ore. În acest timp se controlează temperatura gazelor în ștuțul de refulare (la presiunea de lucru nominală a refulării) și temperatura acidului, care nu trebuie să întreacă 20°C la intrarea în compresor din răcitor și 40°C la ieșirea din compresor.

CAPITOLUL VI

REPARAREA MAȘINILOR CENTRFUGE

REPARAREA POMPELOR CENTRIFUGE

Parcul de pompe centrifuge aflate în exploatare la marile uzine chimice ajunge pînă la cîteva sute de unități la o întreprindere, avînd un număr destul de însemnat de mașini de același tip. La reparația lor trebuie aplicată, ca fiind cea mai eficace, forma de organizare a reparației rapide cu înlocuirea periodică a

Scanned with OKEN Scanner

pompelor uzate cu altele din rezervă şi cu recondiţionarea pompelor demontate în atelierele mecanice de reparaţie.

Pompele centrifuge pot fi împărţite în următoarele grupe principale:

Pompe centrifuge

I. Cu o treaptă		II. Cu mai multe trepte	
a) Cu debit mic şi mijlociu (rotorul pe arbore în consolă, capacul demontabil pe corp).	b) Cu debit mare de tip volut, cu arbore cu rotor între două lagăre, demontarea corpului în plan orizontal.	c) Cu secţiuni (demontarea corpului în plan vertical într-un număr de secţiuni identice).	d) de tip volut (demontarea corpului în plan orizontal)

Acestei scheme îi corespunde următorul raport aproximativ al unităţilor de complexitate de reparaţie a pompelor centrifuge:

Pompe mici cu o singură treaptă (cu debit pînă la 100 m³/h şi presiune pînă la 50 m col. apă)	1 unitate de complexitate de reparaţie
Pompe mari cu o singură treaptă (debit 200—500 m³/h)	2—3 unităţi de complexitate de reparaţie
Pompe cu mai multe trepte (cu debit pînă la 100 m³/h şi presiune pînă la 300 mm col. apă	2 unităţi de complexitate de reparaţie
Pompe mari cu mai multe trepte (cu debit pînă la 500 m³/h şi presiune 300 mm col. lichid)	3—4 unităţi de complexitate de reparaţie

Pentru o unitate de complexitate de reparaţie corespunde următorul consum de manoperă la reparaţii:

	În ore		În ore
Pentru verificare	1,5—2	Pentru reparaţie mijlocie..	10—15
Pentru reparaţie curentă..	4—5	Pentru reparaţie capitală..	20—30

Majoritatea pompelor în funcţiune din fabricile chimice aparţin grupei I, adică pompelor cu o singură treaptă cu debit mic sau mijlociu.

Specificul fabricaţiei în uzinele chimice este în primul rînd utilizarea pompelor cu o singură treaptă, construite din materiale

Scanned with OKEN Scanner

rezistente la coroziune (fonte înalt aliate, oțel inoxidabil, ceramică) sau protejate cu căptușeli (faolit, cauciuc, viniplast).

Pompa tipică cu o singură treaptă pentru transportul lichidelor curate și neagresive este redată în fig. 123.

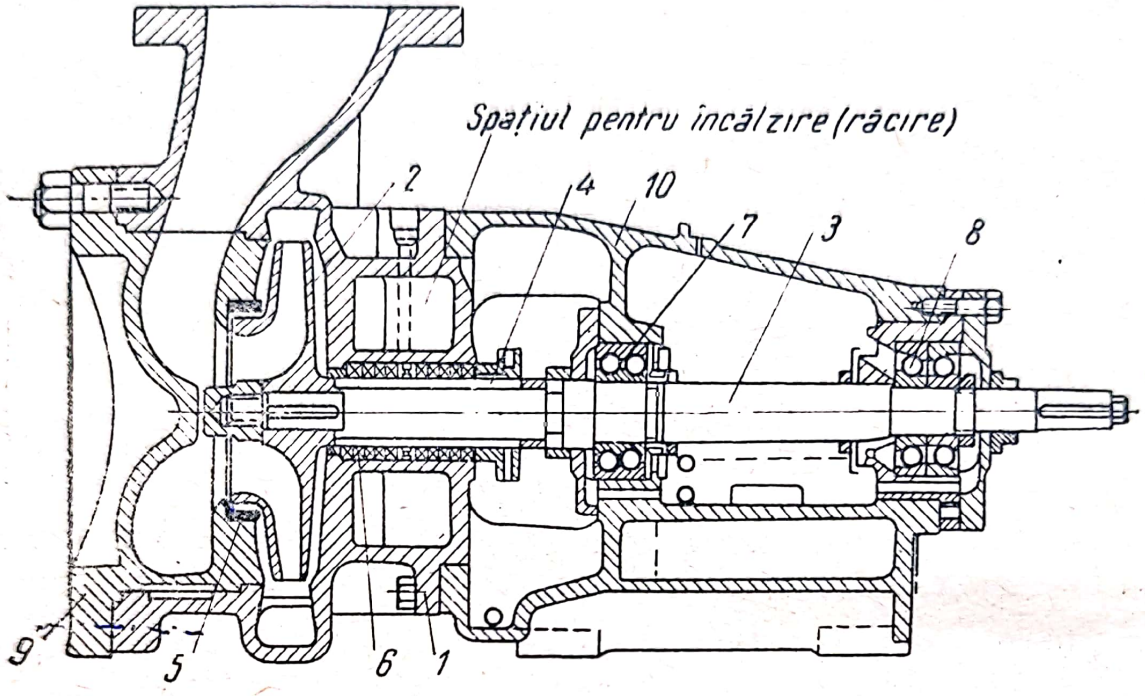


Fig. 123. Pompă centrifugă pentru lichide neagresive cu încălzirea sau răcirea corpului:

1 — corp; *2* — rotor; *3* — arbore; *4* — bucșă de protecție; *5* — inel de etanșare; *6* —presetupă; *7* — rulment radial; *8* — rulmenți radiali de sprijin; *9* — capac; *10* — postament.

În fig. 124 se arată construcția unei pompe de noroi, iar în fig. 1 (p. 17), construcția unei pompe pentru acid, executată din fontă specială.

Diferențele între pompele indicate constau în forma rotorului, în materialul pieselor în contact cu lichidul și în construcția presetupei.

Din punctul de vedere al efectuării reparației, aceste diferențe nu sînt esențiale, deoarece nomenclatura pieselor care se uzează și schema de demontare-montare se păstrează aproape neschimbate.

În timpul exploatării pompelor, se uzează în primul rînd bucșele de protecție *4*[1]) ale arborelui, inelele de etanșare ale cor-

[1]) Întrebuințarea unor astfel de bucșe se dovedește indicată nu numai la pompele de acizi și noroi, ci și în toate cazurile în care se transportă lichide care nu sînt absolut curate.

La o uzină montarea bucșelor a mărit durata de funcționare a arborilor pompelor de apă de la 2 luni la 1,5 ani și a lungit perioada între reparațiile curente de la 2—3 luni la 5 (lucrările primei conferințe a inovatorilor petroliști, 1951, p. 329).

Scanned with OKEN Scanner

pului (la pompele pentru acizi inelele lipsesc) și lagărele; după un timp mai îndelungat se uzează rotorul *2* și cîteva piese mici *5*, *6* precum și axele *3*. O durată mai mare de serviciu o au părțile corpului, din care cauză la pompele pentru apă aceste piese nu se includ în nomenclatura pieselor de schimb.

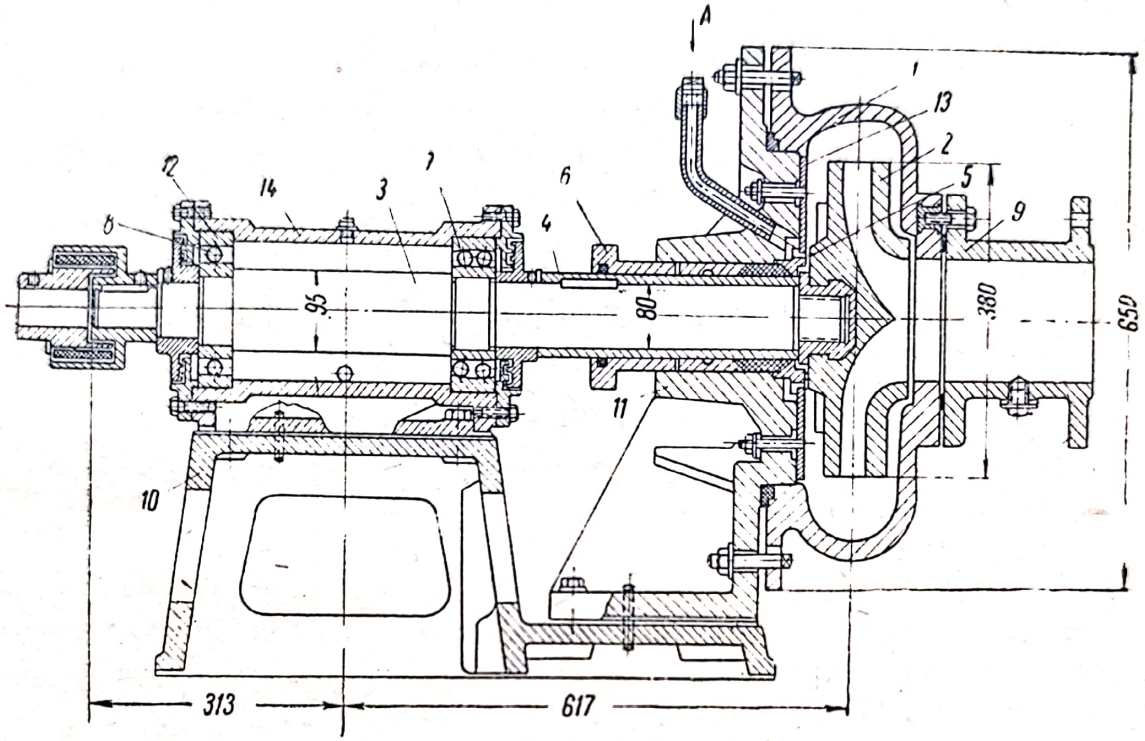


Fig. 124. Pompă de noroi:

1 — corp; *2* — rotor; *3* — arbore; *4* — bucșă de protecție; *5* — inel de etanșare; *6* — presetupă; *7* — rulment radial; *8* — rulmenți radiali de sprijin; *9* — capac; *10* — postament; *11* — consolă; *12* — dispozitiv de ghidare; *13* — blindaj; *14* — capacul postamentului.

Uzura pieselor enumerate (în afara lagărelor) se produce ca urmare a frecării lichidului de transportat, a coroziunii și a acțiunii de abraziune a particulelor fazei solide (pompe de noroi și de pastă).

În reparația curentă se includ demontarea pompei, curățirea rotoarelor, spălarea subansamblelor, schimbarea bucșelor de protecție ale axului; inelele de etanșare se repară în măsura necesității prin îndepărtarea rizurilor și a defectelor[1]).

O astfel de reparație se efectuează după 700—1 000 ore, în funcție de gradul de agresivitate a lichidului transportat și nu durează mai mult de un schimb.

[1]) La modelele mari cu demontare orizontală locașul pentru garnitură și canalele în rotoare pot fi executate la locul instalației (P. L. L e o n o v, Рабочий Энергетик, Nr. 5 (1952)).

Scanned with OKEN Scanner

În cadrul reparației mijlocii se execută în plus înlocuirea inelelor de etanșare (pentru pompele de noroi, chiar rotoarele) și de asemenea turnarea cuzineților sau schimbarea lagărelor, valoarea și echilibrarea rotoarelor care se efectuează în atelierul mecanic de reparație, schimbînd pompa în funcțiune cu cea de rezervă. Perioada între două reparații este de 3 000—4 500 ore, iar durata reparației 2—4 zile.

Reparația capitală[1]) care se efectuează după 8 000—12 000 ore (durata 3—5 zile, volum de manoperă 25—35 ore-om.) cuprinde în afara volumului de manoperă pentru reparațiile curente și mijlocii, schimbarea rotorului sau a întregului ansamblu-rotor, la pompele de noroi și la cele pentru acizi (și a cîtorva piese ale corpului).

Ciclul de reparații decurge după următoarea schemă:

$$K - C - C - M - C_i - C_e - K$$

În paralel cu reparația pompei se face totdeauna revizia sau reparația armăturilor, vanelor, ventilelor de reținere, robinetelor pentru luat probe etc.

În cadrul reparațiilor capitale și mijlocii se pot întrebuința diferite metode de recondiționare a pieselor:

a) arborele, încărcarea cu oțel prin sudare a porțiunilor uzate în dreptul presetupelor și îndreptarea lor[2]) pentru înlăturarea săgeții care se produce la fixarea în consolă a rotorului.

b) piesele corpului pompelor de noroi și a pompelor de pastă, încărcarea prin sudare cu fontă cu electrozi de oțel rezistenți la uzură și cu sormait.

c) rotoarele pompelor de noroi de construcție deschisă, încărcarea prin sudare cu sormait sau cu stalinit sau cauciucare, ceea ce le prelungește perioada de funcționare în medie de trei ori.

Demontarea și montarea la reparație. Succesiunea operațiilor de demontare și montare pentru pompa din fig. 1 este prezentată în mare sub forma unei scheme (fig. 125).

La montarea pompei trebuie ținut seama de următoarele jocuri normale:

a) cînd există în construcție un inel de etanșare (v. fig. 123,5) jocul radial între inel și canal la rotor este:

la pompele mici	0,1 mm
la pompele mijlocii	pînă la 0,2 mm

[1]) Pentru modele mici de pompe (grupa I și II după clasificarea dată mai înainte) reparația capitală nu se planifică și lucrările de reparație corespunzătoare se includ în volumul reparației mijlocii.

[2]) Îndreptarea trebuie făcută la o săgeată de $f > 0{,}15$ mm/m de ax.

b) idem, jocul radial între arbore sau bucșa protectoare și inelul de etanșare al corpului:

la pompele mici	0,1—0,2 mm
la pompele mijlocii	0,3—0,4 mm

c) în cazul întrebuințării lagărelor de alunecare, jocul între arbore și cuzineți este:

diametrul axului	jocul
pînă la 50 mm	0,1 —0,2 mm
50— 80 mm	0,15—0,2 mm
80—120 mm	0,2 —0,3 mm

d) jocul între bucșele presetupei și arbore sau bucșa sa protectoare nu trebuie să fie mai mic de 0,5 mm și mai mare de 1 mm.

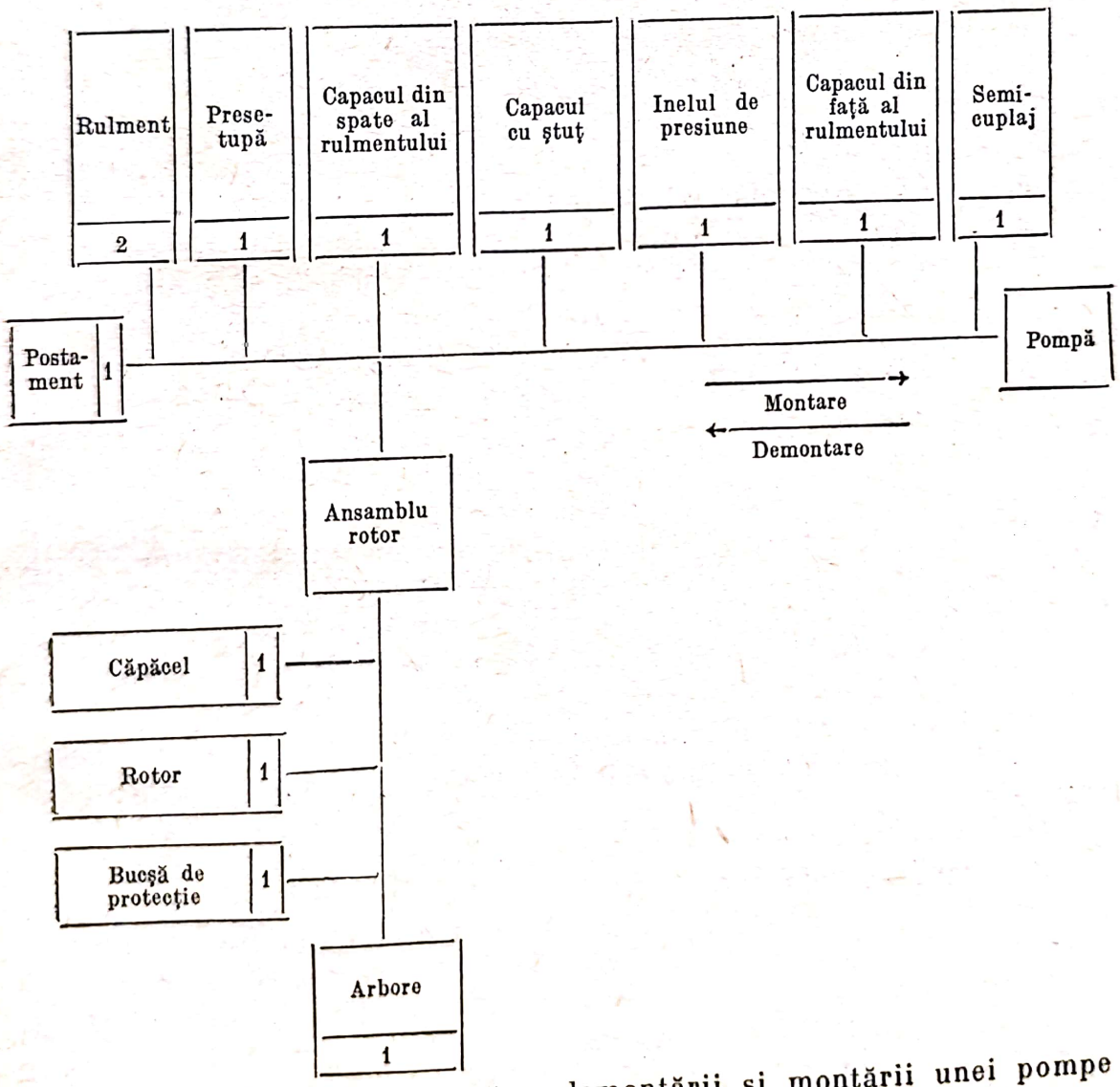


Fig. 125. Schema concentrată a demontării și montării unei pompe centrifuge pentru acizi (după fig. 1).

Scanned with OKEN Scanner

La pompele centrifuge cu mai multe trepte, asemănătoare cu cea redată în fig. 126, nomenclatura pieselor de schimb și conținutul reparațiilor după categorii sînt în principiu aceleași ca și la cele cu o singură treaptă.

La numărul de subansamble de reparat se adaugă subansamblul de descărcare a presiunii axiale, realizat deseori sub forma discului rotativ de descărcare *8* și a inelului fix de sprijin *9*. Lichidul din partea de presiune a pompei curge prin interstiții în lungul axului în deschizătura dintre inelul *9* și discul *8* și după aceea se scurge din spațiul din spatele discului prin conducta colectoare în ștuțul de aspirație al pompei.

Ca urmare a existenței presiunii axiale a lichidului pe discurile posterioare ale rotoarelor, frecării în trepte, ansamblul rotorului împreună cu discul de ghidaj caută să se deplaseze spre partea de aspirație. În felul acesta deschizătura dintre disc și inel se micșorează și presiunea medie în această deschizătură crește, în timp ce presiunea în spatele discului rămîne constant egală cu presiunea din ștuțul de aspirație. Din această cauză, sub acțiunea diferenței de presiune, discul și împreună cu el și ansamblul rotor se deplasează înapoi în direcția refulării. În acest fel, în timpul funcționării pompei există un echilibru dinamic între presiunea axială și diferența de presiune pe disc, din cauza căreia rotorul are o deplasare în corp, însă la un montaj corect nu atinge niciodată cu una dintre piesele lui suprafețele fixe ale corpului.

Discul și inelul funcționează în condiții de frecare în lichid la un joc mic care se stabilește singur; din această cauză una din piese se face din material mai moale de antifricțiune. După experiența autorului, cele mai bune rezultate le dă împerecherea fontă-textolit; pentru modernizare este absolut indicată schimbarea inelelor de bronz aplicate de către uzinele constructoare cu cele de textolit sau de grafit-cauciuc.

În aceste condiții prelucrarea sau schimbarea pieselor ansamblului de descărcare este necesară numai în cadrul reparațiilor capitale.

În procesul de montare a pompelor cu secțiuni principale, atenția trebuie acordată centrării rotorului în direcția axială, pentru a asigura coaxialitatea rotoarelor și jocul mediu normal între discul de descărcare și inel. Jocul axial normal al rotorului la pompele cu disc de descărcare este de $\pm$ 0,2 mm, adică în total 0,4—0,5 mm. Ținînd seama de asemănarea exterioară a pieselor cu aceiași denumire în toate secțiile și o dată cu aceasta de existența abaterilor neegale ca mărime și semn a dimensiunilor

Scanned with OKEN Scanner

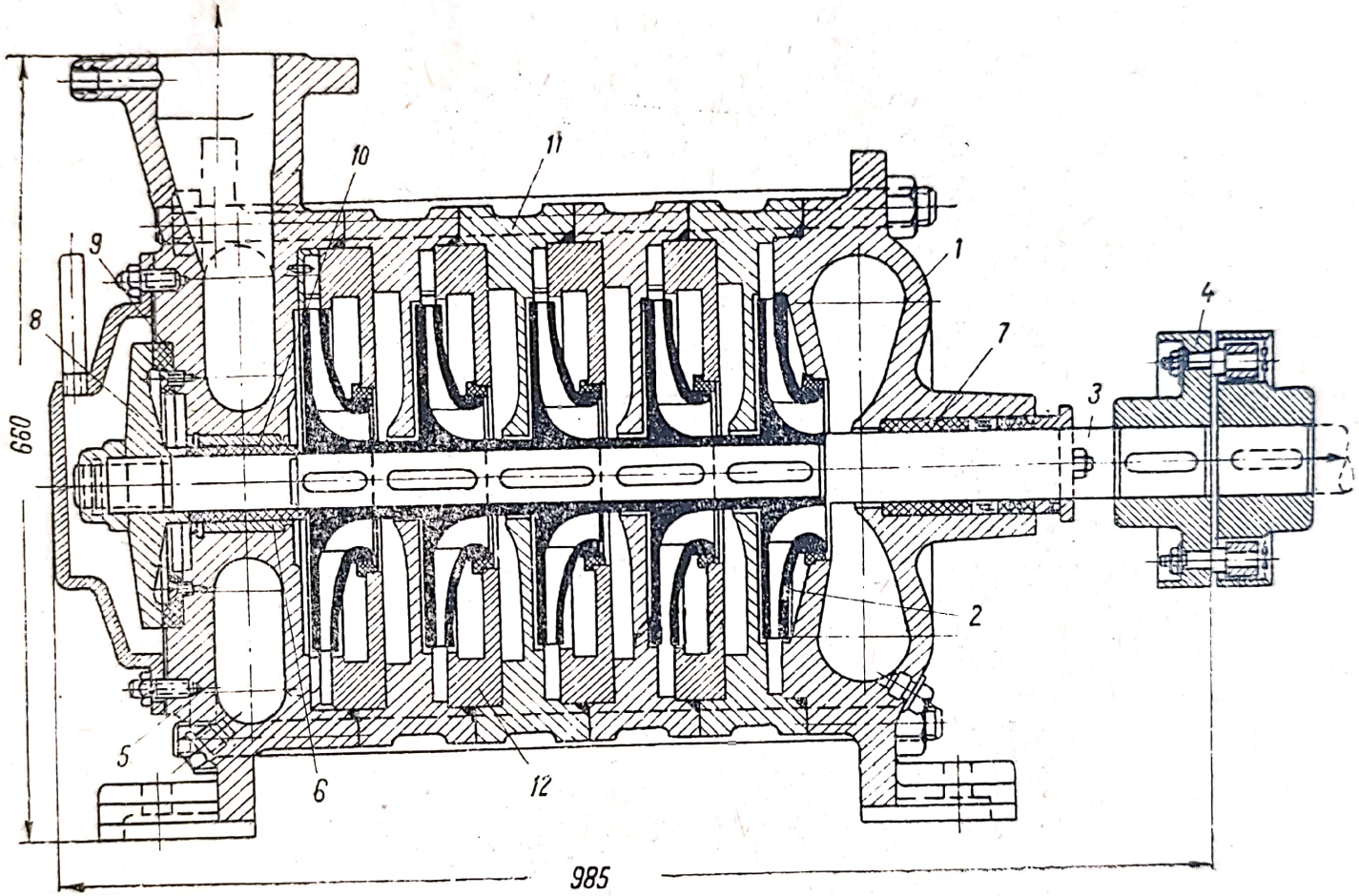


Fig. 126. Pompă cu secțiuni cu mai multe trepte GS cu lagăre din masă plastică:

1 — capacul care formează ștuțul de aspirație; *2* — rotor; *3* — arbore; *4* — semicuplaj; *5* — capacul de refulare; *6*, *7* — lagăre din masă plastică; *8* — disc de descărcare; *9* — inel de sprijin; *10* — bucșă de distanțare; *11* — corpul secțiunii; *12* — perete despărțitor al secțiunii cu dispozitiv de ghidare.

axiale față de nominal la corpurile secțiunilor, rotoarelor, bucșelor, arborelui și ale inelelor de etanșare, este necesar ca la demontare să se numeroteze toate piesele și să se înscrie dimensiunile axiale ale fiecărei piese, pentru ca aceste dimensiuni individuale să fie menținute la confecționarea pieselor de schimb și pentru ca toate piesele să se asambleze după marcaj într-o succesiune corectă.

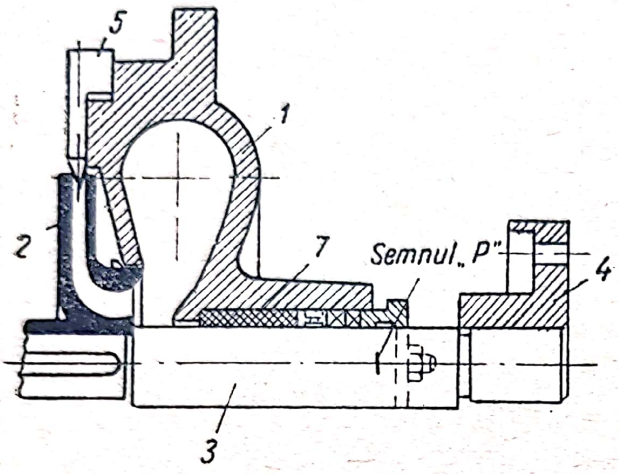


Fig. 127. Montarea primului rotor al pompei cu secțiuni cu ajutorul șablonului: *1* — capac care formează ștuțul de aspirație; *2* — rotor; *3* — arbore; *4* — semicuplaj; *5* — șablon; *7* — lagăr.

Centrarea elementelor rotorului de-a lungul axului se ușurează la întrebuințarea șablonului de asamblare.

În acest caz se recomandă următoarea ordine la asamblare [1]) a pompelor cu secțiuni.

Arborele *3*, cu semicuplajul *4* montat pe el, se introduce în capacul care formează ștuțul de aspirație *1*; după aceea, pe arbore se montează primul disc rotor *2* cu opritorul în crestătură. Ansamblul „arbore-rotor" fiind format, se montează după șablon (fig. 127) și pe arbore, în dreptul feței capacului, se face un semn *P*.

După aceea se montează succesiv (v. fig. 126) prima secțiune cu dispozitivul de ghidare al primului rotor, următoarele discuri rotoare și secțiunile corpului corespunzătoare acestora cu dispozitivele de ghidare, bucșa de distanțare și în sfîrșit capacul de refulare, după care toate secțiunile și amîndouă capacele se strîng în buloane. În procesul de asamblare trebuie avut grijă ca butucul rotorului și suprafețele dispozitivelor de ghidare să fie bine așezate una pe alta.

După aceea, pe capătul din spate al arborelui se înșurubează discul de descărcare pînă la oprire în bucșa de distanțare, și tot rotorul se mișcă în direcția aspirației, stabilind jocul între discul de descărcare și inelul de reazem.

În cazul unei asamblări corecte a secțiunilor rotoarelor, semnul *P* trebuie să fie exact în dreptul feței capacului.

---

[1]) N. E. Ofenghenden, N. F. Gorohov, Шахтный центробежный насос ГС. Углетехиздат, 1952.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă semnul intră înăuntrul bucșei de etanșare a presetupei, atunci trebuie înlocuită bucșa de distanțare cu alta mai lungă sau trebuie lungită cu șaibe; dimpotrivă, dacă semnul iese din dreptul capacului, bucșa de distanțare trebuie scurtată.

Abundența de îmbinări cu garnituri între secțiuni și prezența a două presetupe impune executarea cu deosebită atenție a etanșării pompei, deoarece aspirarea de aer la intrarea lichidului nu numai că va micșora debitul pompei, dar va duce la întreruperea pompării lichidului sau la o cavitație puternică.

Strîngerea șuruburilor de prindere trebuie să se facă după regulile asamblării cu multe șuruburi adică în cruce și cu trecerea de trei-patru ori pe la fiecare șurub. Trebuie să se întrebuințeze pentru presetupă o garnitură cu secțiunea necesară și de bună calitate și să se monteze în presetupă inele de etanșare tăiate separat în număr de 3—4 bucăți. Îmbinarea unui inel trebuie să fie rotită față de cealaltă cu 90°.

Viteza mare a pompelor moderne de înaltă presiune cere o mare exigență la echilibrarea rotorului.

După echilibrarea fiecărui rotor în parte pe dispozitiv, rotoarele se presează pe axul comun, după care se echilibrează static arborele montat.

Sensibilitatea dispozitivului de echilibrare ales pentru acest scop nu trebuie să fie mai mică decît 5 g dezechilibru remanent.

Exemplu. Se verifică forța centrifugă F_{rem} posibilă la $n = 2\,850$ rot/min și brațul de neechilibrare se presupune 150 mm

$$F_{rem} = \frac{\Delta G}{g} r \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 = \frac{0{,}005 \cdot 15}{981} \cdot \frac{3{,}14^2 \cdot 2\,850^2}{900} \cong 7 \text{ kgf}$$

Dacă greutatea unui astfel de rotor este de 100—200 kg, atunci forța centrifugă remanentă F_{rem} este 4—7% din greutate, adică este în limitele admisibile pentru mașinile de mare viteză.

Sensibilitatea necesară echilibrării poate fi atinsă prin folosirea de prizme (cuțite) sau dispozitive cu role, cu raportul între diametrul rolelor și cel al arborelui de minimum 6—8.

La asamblarea pompei reparate cu electromotorul prin semicuplaje, trebuie asigurat un joc a între semicuplaje după formula

$$a = b_1 + b_2$$

în care:

b_1 este jocul rotorului pompei (circa 0,5 mm)

b_2 — jocul rotorului electromotorului, mm.

Jocul rotorului motorului se determină după semnele pe arborele electromotorului la baza capacului, făcute înainte de por-

Scanned with OKEN Scanner

nire și după pornirea electromotorului în gol, adică atunci cînd s-a determinat centrul magnetic al electromotorului.

Luînd în considerare eficacitatea efectuării reparației pompelor de același model în atelierul de reparații, trebuie neapărat prevăzute standuri pentru demontare, echilibrare și determinarea prin încercări a debitului, a presiunii și a puterii necesare. O astfel de încercare caracterizează obiectiv calitatea asamblării, debitul și puterea pompei.

Standul de probă trebuie să constea dintr-o ramă cu suporți longitudinali și transversali pentru prinderea pompelor de gabarite diferite, electromotor (suficient pentru cea mai puternică din pompele încercate de obicei), apometru (prevăzut cu tabele de recalculare), manometre și wattmetre. În lipsa wattmetrului, puterea se calculează după indicațiile ampermetrului și voltmetrului și a curbei coeficientului de putere al electromotorului.

O încercare de patru la șase ore pe stand permite să se verifice în întregime calitatea reparației și să se stabilească caracteristica de funcționare a pompei.

Prin compararea caracteristicei obținute după reparație, cu cea din cartea mașinii se apreciază obiectiv calitatea reparației.

REPARAREA VENTILATOARELOR

Din categoria ventilatoarelor fac parte mașinile de comprimat gaze de construcție diversă. Ventilatoarele de presiune joasă asigură o presiune pînă la 100 mm col. apă, cele de presiune mijlocie pînă la 250 mm col. apă și cele de înaltă presiune pînă la 1 000 mm col. apă.

Parcul de ventilatoare la uzinele chimice, în primul rînd centrifuge, ajunge pînă la sute de unități la un sortiment relativ mic de tipuri.

În acest caz, la fel ca și la repararea pompelor, se creează condiții pentru organizarea unei reparări rapide a mașinilor de acelaș tip, pe calea înlocuirii ventilatoarelor în funcțiune cu cele de rezervă și repararea celor dintîi în locuri speciale de lucru, în atelierele mecanice de reparații. Tehnologia reparării ventilatoarelor se examinează mai jos cu aplicare la tipul centrifugal al acestor mașini[1]). În fig. 128 și 129 sînt arătate un ventilator

[1]) Împreună cu ventilatoarele în întregime metalice, a căror tehnologie de reparație se expune mai departe, la uzinele chimice își găsesc întrebuințare tipuri speciale de mașini cu rotoare și corpuri din viniplast sau faolit. Vezi Технологию изготовления колес из этих материалов CM. de N. A. Baklanov, G. A. Vaşin, Химическое оборудование, из винипласта, Госхимиздат, 1956 pp. 143—150.

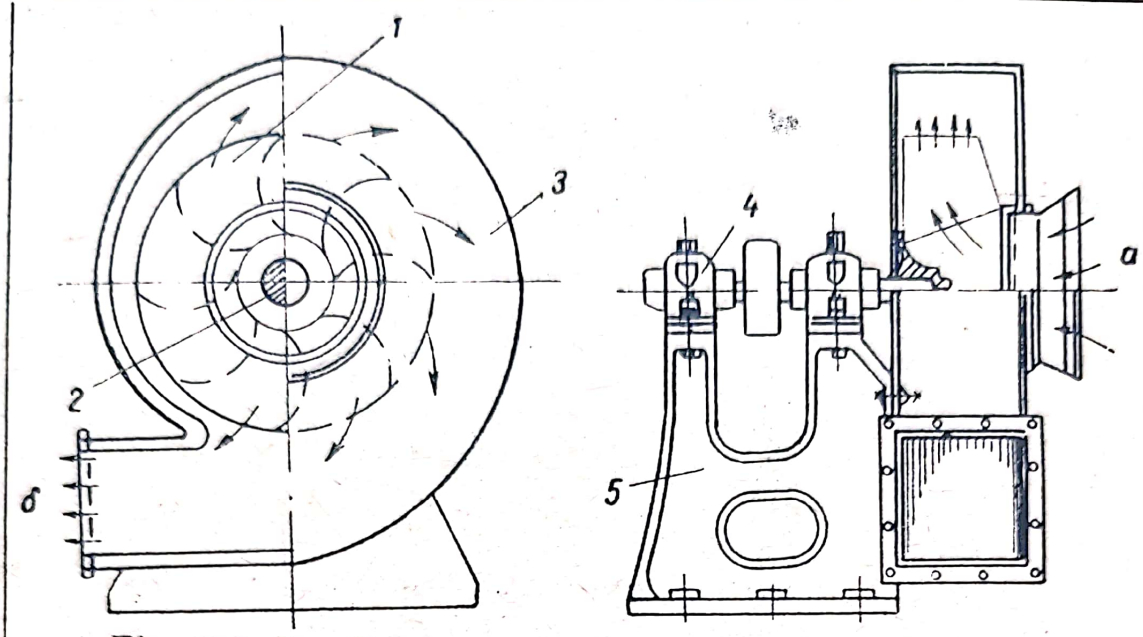


Fig. 128. Ventilator centrifug cu transmisie prin curele:
1 — rotor; *2* — arbore; *3* — corp; *4* — corpul lagărului; *5* — postament.

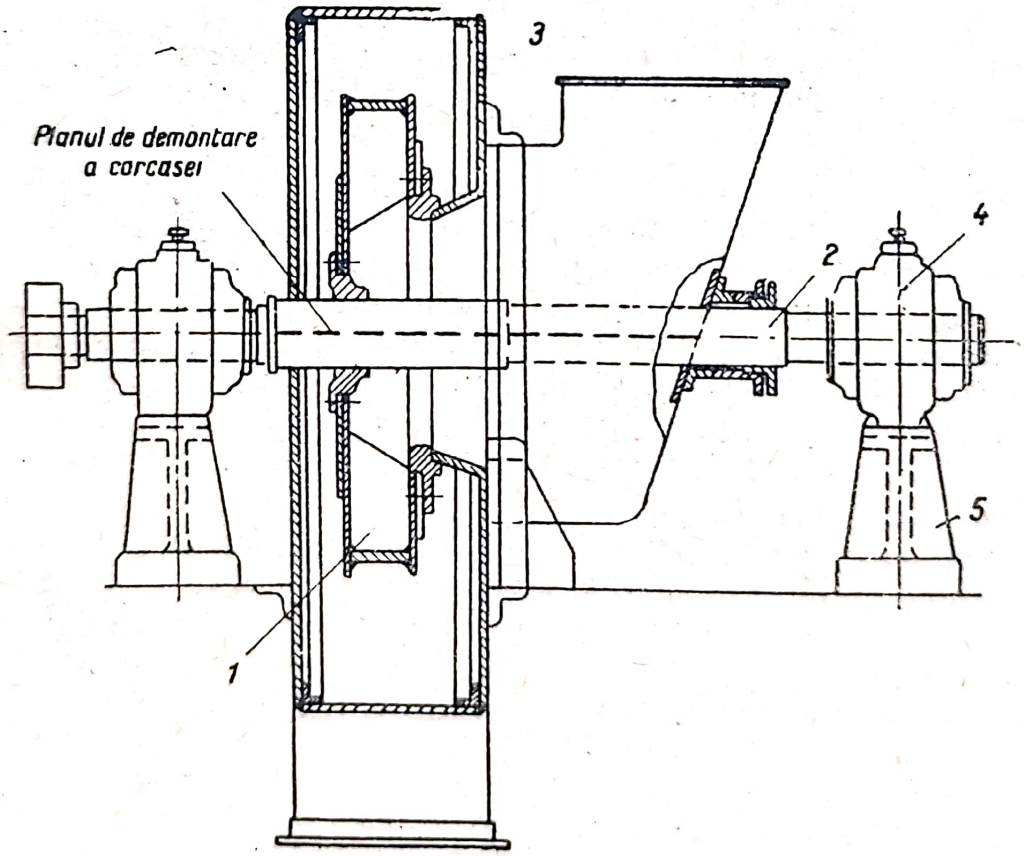


Fig. 129. Ventilator tehnologic final de înaltă presiune:
1 — rotor; *2* — arbore; *3* — corp; *4* — corpul lagărului; *5* — postament.

Scanned with OKEN Scanner

tip de presiune joasă și un ventilator special tehnologic de presiune înaltă, întrebuințat la transportul gazului sulfuros. Rotorul *1* (de obicei de dimensiuni mult mai mari în diametru și lățime, decît rotoarele pompelor centrifuge), confecționat din tablă se prinde pe arborele *2* care se rotește pe rulmenți. Corpul

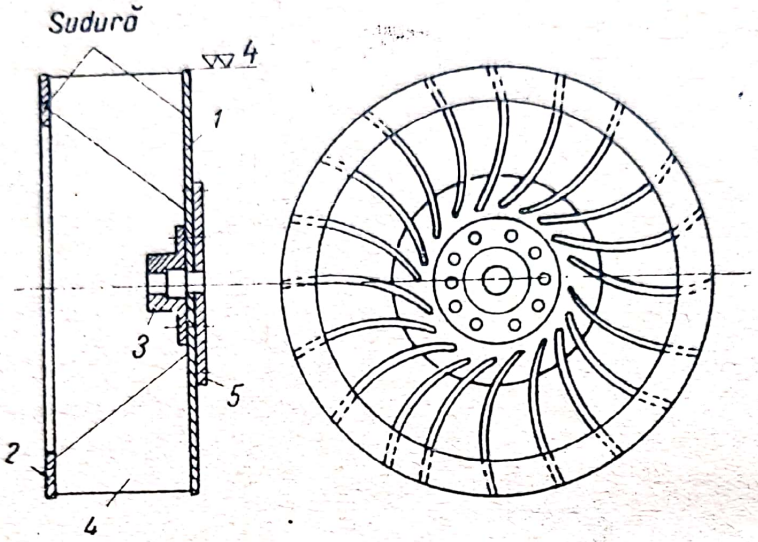


Fig. 130. Rotor de oțel cu butuc de fontă:
1 — disc din spate; *2* — disc inelar din față; *3* — butuc; *4* — paletă; *5* — nit.

în formă de spirală *3*, de construcție sudată, înconjoară rotorul și are orificiul *a* de aspirație și *b* de refulare, la care se leagă conductele de aer sau de gaze. Corpul lagărelor *4* se fixează pe postamentul *5* sudat sau turnat, la care se montează și corpul.

Rotorul ventilatorului centrifug (fig. 130) se asamblează prin nituire sau sudare din cîteva piese: discul din spate *1* cu orificiul pentru butuc *3*, discul inelar din față *2* și paletele drepte sau cu profil curb *4*.

La rotoarele mari discul din față se leagă cu cel din spate nu numai prin palete, ci și cu tiranți speciali din vergele de oțel.

La tipurile de ventilatoare sanitare și de suflare, paletele au de obicei un profil curb înclinat înainte și se matrițează din tablă de oțel. Numărul de palete ajunge la 60—80 la mașinile de joasă presiune și se micșorează de două-trei ori în cazul trecerii la presiunea mijlocie și înaltă. Ventilatoarele tehnologice (pentru gaze și praf), se prevăd deseori cu palete radiale drepte sau înclinate în scopul simplificării construcției și reparației lor; în acest caz paletele, ca și discurile, se construiesc din tablă mai groasă.

Scanned with OKEN Scanner

Corpurile ventilatoarelor mici se confecționează în întregime sudate cu așezarea rotorului prin orificiul de aspirație, iar mașinile mari au corpurile cu demontare orizontală, amîndouă jumătățile îmbinîndu-se prin flanșe cu ajutorul șuruburilor. Cu toate diferențele constructive și de montaj, fără îndoială existente, care se întîlnesc la diferite tipuri de ventilatoare centrifuge, natura defecțiunilor de exploatare și tehnica reparației ventilatoarelor au multe puncte comune cu pompele centrifuge.

De aceea este indicat a se întrebuința pentru aprecierea complexității de reparație a ventilatoarelor aceleași unități convenționale:

Ventilatoare de presiune joasă și mijlocie:

Nr. 2—4	1 unitate	Nr. 9,5—11 ..	3 unități
Nr. 5—8	2 unități	Nr. 12,5—15,5 ..	4 unități

Ventilatoare de presiune înaltă:

Cu debit mic	1—2 unități

Ventilatoare tehnologice:

Tipuri grele (pentru gaze, praf) corespunzătoare dimensiunii Nr. 5—8	3 unități
idem, Nr. 9,5—11	4—6 unități

În procesul de exploatare a ventilatoarelor cel mai repede se uzează lagărele rotorului; în oarecare măsură se degradează arborele, se uzează paletele, se desface îmbinarea pieselor rotorului. În cazul funcționării cu gaze agresive și impure se degradează rotorul, din cauza coroziunii și eroziunii.

Planificarea reparațiilor ventilatoarelor de construcție obișnuită se poate limita la două categorii de reparații: curentă și capitală.

Reparația curentă se face după 1 000—1 500 ore; în cursul acesteia se înlocuiesc rulmenții sau se face repararea cuzineților, se înlocuesc unele palete, se efectuează strîngerea tiranților, a șuruburilor și centrarea mașinilor. Durata opririi este pînă la un schimb.

Reparația capitală se face după trecerea a 12 000—17 000 ore; la aceasta se face înlocuirea tuturor paletelor rotorului sau înlocuirea lui în întregime și repararea corpului. Durata reparației capitale este de obicei de 3—6 zile, dar într-o serie de cazuri

Scanned with OKEN Scanner

poate fi scăzută pînă la 2—3 schimburi, la o schimbare a paletelor fără demontarea rotorului[1]).

Ventilatoarele care lucrează în gaze agresive au nevoie de reparații mai dese și se caracterizează prin lungimea ciclului de reparație la 6 000—8 000 ore. Variantele structurii ciclului de reparație se caracterizează prin următoarele trei scheme.

K — 11C — K 12 000 — 17 000 ore	Ventilatoare obișnuite în mediu neutru.
K — 4C — M — 4C — K 8 000 — 12 000 ore	Ventilatoare de fum și de praf.
K — 3C — M — 3C — K 6 000 — 8 000 ore	Ventilatoare tehnologice în mediu agresiv.

Lagărele și arborele rotorului. În majoritatea cazurilor rotoarele ventilatoarelor se sprijină pe rulmenți radiali cu bile sau cu role.

Cînd există două sprijinuri, încărcarea fiecăruia dintre ele este diferită, din cauză că unul din lagăre primește în afara solicitării radiale și efortul axial inevitabil, necompensabil la aceste mașini cu nici un fel de dispozitive de descărcare.

Valoarea aproximativă a efortului axial al rotorului (în kgf), în direcția aspirației, se calculează după următoarea formulă:

$$Q = h_{stat} \frac{\pi(D^2 - d_b^2)}{4}$$

în care:

h_{stat} este presiunea statică a ventilatorului; mm col. apă (adică în kgf/m²);

D — diametrul orificiului de aspirație al roții, m;

d_b — diametrul exterior al butucului, m.

În acest fel, de exemplu la $h_{stat} = 450$ mm col. apă $= 450$ kgf/m², $D = 1\,000$ mm și $d_b = 200$ mm

$$Q = 450 \frac{\pi}{4}(1 - 0{,}2^2) = 345 \text{ kgf.}$$

Pentru uniformitate, amîndoi rulmenții se aleg de obicei de același tip și dimensiune și ca urmare a acestui fapt ei au o durată de funcționare neegală.

[1]) Pentru ventilatoarele de fum, tehnologice și cele pentru praf, sînt necesare toate cele trei categorii obișnuite de reparație: curentă și capitală după timpul arătat, iar cea mijlocie după 3 000 — 4 000 ore.

Scanned with OKEN Scanner

Degradările arborilor constau în principal din încovoiere, ca urmare a neechilibrării remanente a rotorului, iar repararea lor se face prin metodele de îndreptare prin presare, lovire, sau îndreptare termică, cu verificare între vîrfurile strungului.

Rotoarele. Cea mai caracteristică formă a defecțiunilor rotoarelor este uzura paletelor ca urmare a acțiunii erozive și corozive a gazelor transportate și a acțiunii abrazive a prafului.

Vibrațiile, ca urmare a echilibrării necomplete a rotorului, scad rezistența la oboseală a metalului pieselor rotorului și duc la slăbirea niturilor sau la formarea de fisuri în zonele de sudură.

Cea mai importantă operație la reparația rotorului este schimbarea paletelor. La ventilatoarele cu destinație specială (de fum, pentru praf și pentru gaze agresive), discurile sînt de asemenea supuse influenței abrazive sau corozive (în special discul din spate în care lovește jetul de gaz aspirat). Discurile ventilatoarelor de gaze sau de praf se recondiționează prin încărcarea cu sudură sau prin sudarea unor inele de adaos, iar discurile mașinilor pentru gaze agresive trebuie înlocuite cu altele noi.

Confecționarea sau repararea rotoarelor se compune din următoarele operații:

1) confecționarea paletelor;
2) confecționarea discurilor;
3) asamblarea rotorului din palete noi, din discuri noi sau recondiționate și a butucului vechi turnat sau forjat;
4) asamblarea rotorului și echilibrarea lui.

Paletele se confecționează prin presare din tablă de oțel cu conținut redus de carbon. După trasarea cu șablonul, semifabricatele se taie și se curăță pe muchii; pentru mașinile cu viteze mari, muchiile se rabotează sau se frezează. Înainte de matrițare, semifabricatele se cîntăresc și se ajustează după greutate cu o toleranță de $\pm$ 1,5% față de greutatea medie. Matrițarea se face de obicei cu încălzire în matrița sub presă; paletele de dimensiuni mici se matrițează la rece.

În fig. 131 sînt redate cîteva tipuri de palete, precum și formele semifabricatelor și matrițelor. Eforturile pentru matrițarea la cald a paletelor din tablă cu o grosime de 3—4 mm nu sînt mari și permit a ne limita la întrebuințarea preselor de 3—5 t. Ajustarea dimensiunilor și greutăților paletelor se efectuează pe calea pilirii manuale sau se mecanizează întrebuințînd aparate de polizat portative. Controlul dimensiunilor lungimii, înălțimii bordurii și curbării se asigură cu șabloane (fig. 132), cu respectarea toleranțelor: la lungime $\pm$ 0,25 mm, la curbură $\pm$ 0,5 mm.

Scanned with OKEN Scanner

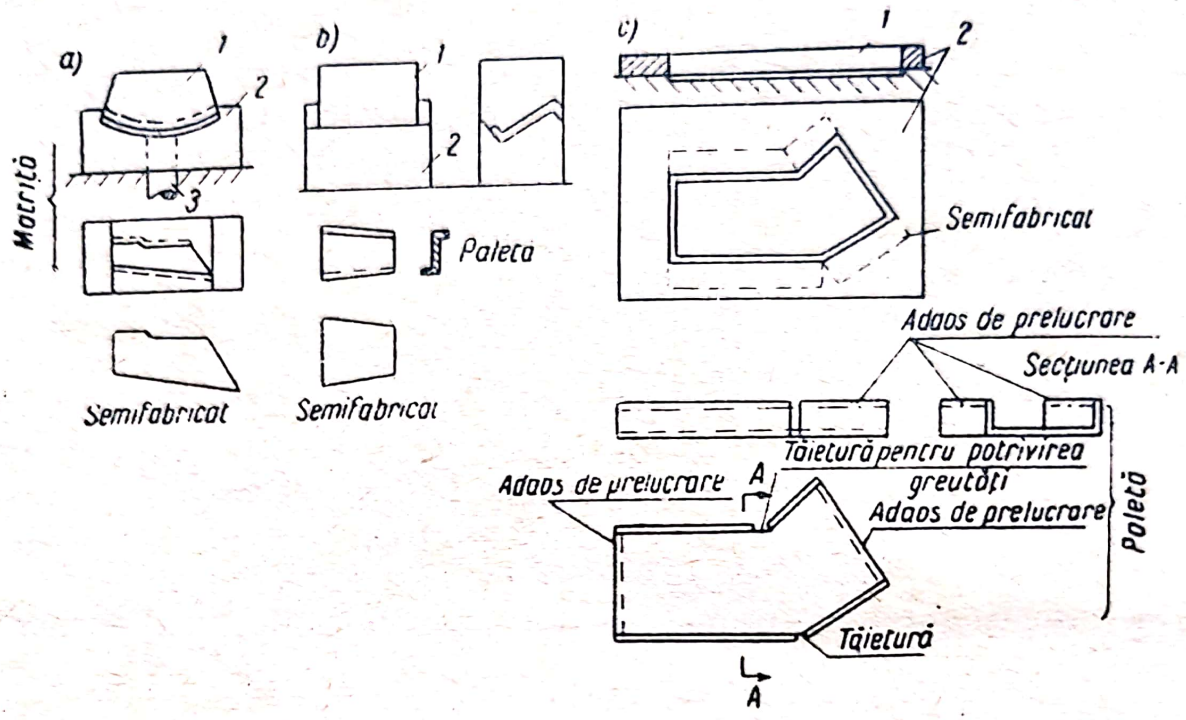


Fig. 131. Matrițarea paletelor de diferite tipuri:
a — matrițarea paletelor de aceeași curbură; *b* — matrițarea paletelor cu suprafață mică; *c* — matrițarea paletelor ventilatorului de praf.
1 — poanson; *2* — matriță; *3* — dorn.

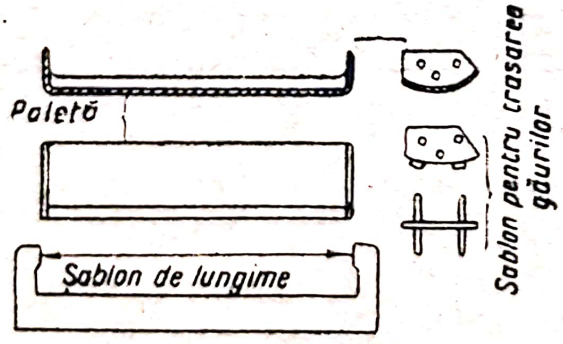


Fig. 132. Șabloane pentru confecționarea paletelor ventilatorului de fum.

La confecționarea rotoarelor de construcție nituită, găurile pentru nituri în bordurile paletelor se trasează de asemenea cu șablonul.

Discurile din spate și din față se trasează și se taie cu un arzător oxiacetilenic sau cu foarfece cu disc, cu un adaos pentru strunjire de 5—10 mm la diametrul exterior. Pe discurile tăiate și strunjite se trasează curbele paletelor, după care cu ajutorul unui șablon corespunzător se trasează centrele găurilor pentru niturile de prindere a paletelor și butucului.

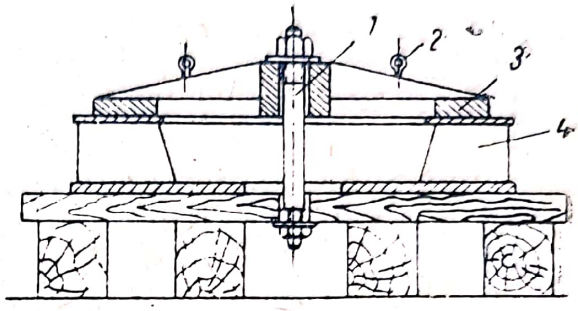


Fig. 133. Dispozitiv pentru asamblarea rotoarelor:
1—șurub de strîngere; *2*—cîrlig.; *3*—placă de asamblare rodată; *4* — rotor de lucru.

Trecînd la asamblarea rotorului (prin sudare sau nituire) se aleg paletele perechi după greutate, se pune discul din spate pe placa de asamblare (fig. 133) cu partea trasată în sus, și se așază paletele în așa fel încît cele egale ca greutate să fie așezate diametral opuse una față de cealaltă; după aceea paletele se acoperă cu discul inelar din față și subansamblul de montare se strînge cu un șurub central la placă. La sudarea rotorului se execută mai întîi prinderea paletelor la amîndouă discurile și după aceea sudarea definitivă cu o cusătură continuă.

În cazul unei construcții nituite se întrebuințează șuruburi de montaj pentru fixarea poziției paletelor și după aceea se efectuiază nituirea la cald în cazul diametrului niturilor mai mari de 6—8 mm, și la rece pentru diametre mici.

După nituirea butucului, rotorul se așază pe un dorn de control și se centrează adică se verifică bătaia frontală și radială. Bătaia frontală se îndepărtează prin presare asupra discului, iar bătaia radială se elimină (dacă ea întrece mărimea admisă) prin strunjirea discurilor. La rotoarele ventilatoarelor de mare viteză, bătaia frontală admisibilă este pînă la 1 mm pe o parte și cea radială pînă la 1 mm pe diametru.

Pentru mașinile de viteză mică toleranțele admise se pot mări de două ori.

Rotorul verificat la bătaie se fixează pe arbore, ori prin fretare la cald (pentru aceasta butucul se încălzește cu un arzător cu gaz), ori cu unul din ajustajele de tranziție (aderent, forțat, cu frecare) pe o pantă paralelă.

Echilibrarea rotoarelor se efectuează pe prizme (cuțite) sau pe role. Se poate limita precizia echilibrării corespunzător la 30—40 g dezechilibru remanent în cazul cînd numărul de rotații

Scanned with OKEN Scanner

al ventilatoarelor (în afara tipurilor mici), nu întrece 1 500 rot/min.

Procesul tehnologic descris mai sus, de confecționare a rotoarelor noi sau schimbarea paletelor la rotoarele care nu se înlocuiesc poate fi rațională în cazul existenței unui număr mare de ventilatoare de același model, prin întrebuințarea unui banc de asamblare special (TeKSO anul 1949 nr. 166/10 seria 17), pe care se realizează succesiv trei operații: asamblarea discurilor cu paletele și tiranții, sudarea paletelor și echilibrarea.

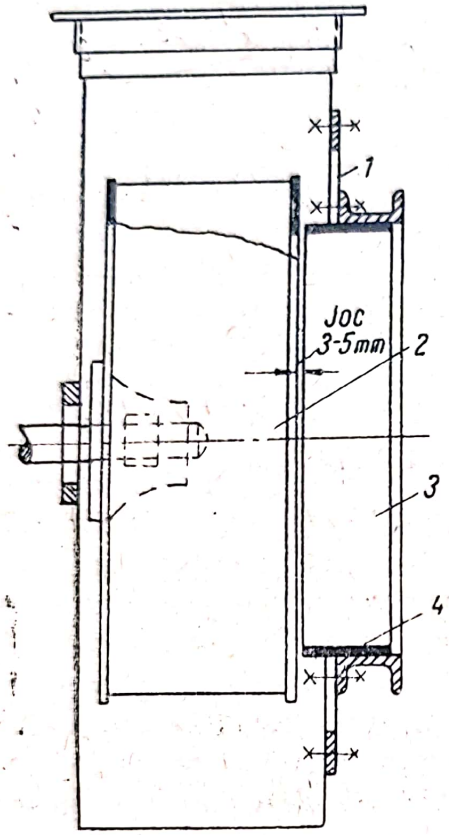


Fig. 134. Așezarea relativă a rotorului și corpului:
1 — corp; *2* — rotor; *3* — știut de aspirație; *4* — inel de etanșare.

Asamblarea ventilatorului la reparație Rotorul reparat sau nou se introduce în corp prin orificiul de aspirație (în cazul carcaselor nedemontabile) sau se introduce pe sus (în cazul cînd se ridică jumătatea de sus a corpului demontabil). Lagărele se închid cu capace și rotorul se centrează cu electromotorul, adică se asigură coaxialitatea arborilor rotorului și a electromotorului în cazul cuplării lor directe (se admite o diferență între axele arborilor pînă la 0,2 mm și un joc axial între semicuplaje de 6—7 mm) sau paralelismul acestor arbori în cazul existenței unei transmisii prin curele.

Se verifică de asemenea și vibrația lagărelor la rotirea de regim a rotorului, care nu trebuie să depășească 0,1 mm.

Asamblarea se termină prin instalarea știutului-difuzor pe orificiul de aspirație al corpului (fig. 134) și este necesar a se asigura pe toată circumferința între știut și rotor un joc inelar egal cu:

3 mm la ventilatoarele cu diametrul rotorului pînă la 500 mm
4 mm la ventilatoarele cu diametrul rotorului de la 501—1 000 mm
5 mm la ventilatoarele cu diametrul rotorului peste 1 000 mm.

REPARAREA SUFLANTELOR ȘI A COMPRESOARELOR CENTRIFUGE

La uzinele chimice se întrebuințează tot mai mult suflantele centrifuge (cu o presiune pînă la 2 at) și compresoare (cu o presiune pînă la 10 at). Mașinile de acest tip sînt destinate pentru alimen-

tarea cu aer a generatoarelor de gaze și a reactoarelor, pentru transportul gazelor tehnologice și a aerului etc.

În comparație cu ventilatoarele, suflantele și compresoarele centrifuge prezintă următoarele deosebiri:

1) număr mare de rotații (1 500—5 000 rot/min);

2) arbore cu mai multe rotoare;

3) întrebuințarea de etanșări speciale între rotoare și la ieșirea arborelui din corp;

4) întrebuințarea de construcții speciale pentru preluarea eforturilor axiale;

5) răcirea cu apă a corpurilor (numai pentru compresoare).

Aceste particularități duc la o complexitate corespunzătoare a proceselor tehnologice privind repararea, cu toate că nomenclatura detaliilor care se uzează, natura degradărilor specifice, metodologia demontării și montării se aseamănă în principiu cu cele caracteristice la repararea ventilatoarelor tehnologice de înaltă presiune.

În acest fel, este suficient a ne limita la cîteva date suplimentare, care caracterizează specificul reparațiilor suflantelor și compresoarelor centrifuge.

Periodicitatea reparației acestor mașini se încadrează în următoarele norme:

Intervalul între reparațiile curente	700— 1 000 ore
Intervalul între reparațiile mijlocii	3 000— 4 000 ore
Intervalul între reparațiile capitale	25 000—40 000 ore.

În completul normal de piese de rezervă intră:

— Rotorul montat.

— Bucșa lagărului de sprijin.

— Bucșa lagărului axial (de tip pieptene sau de alte tipuri).

— Inelele labirint ale etanșării interioare și exterioare.

Rotoarele suflantelor reprezintă o construcție asamblată din discuri laminate, palete ștanțate din tablă, butuc strunjit și, în consecință, reparația și montarea acestor roți se deosebește de operațiile analoge din cadrul reparației ventilatorului numai prin condiții tehnice mai severe privitoare la precizia asamblării și echilibrării.

Rotoarele compresoarelor se asamblează din discuri forjate și palete frezate, care au pe muchiile laterale cepuri care intră în găurile discurilor.

În exploatare sînt supuse la o uzură mai mare, de obicei, marginile de intrare ale paletelor.

Schimbarea paletelor compresoarelor în atelierele de reparație ale uzinelor chimice se face relativ rar, cînd lipsesc rotoare de

Scanned with OKEN Scanner

rezervă. În acest caz paletele (fig. 135) se taie din tablă (transversal față de axul laminării), se rabotează la dimensiunile în lățime și se frezează pe muchii, frezînd în același timp și locașurile pentru executarea cepurilor. După aceea paletele se matrițează la cald pentru a li se imprima o formă radială, se îndreaptă și

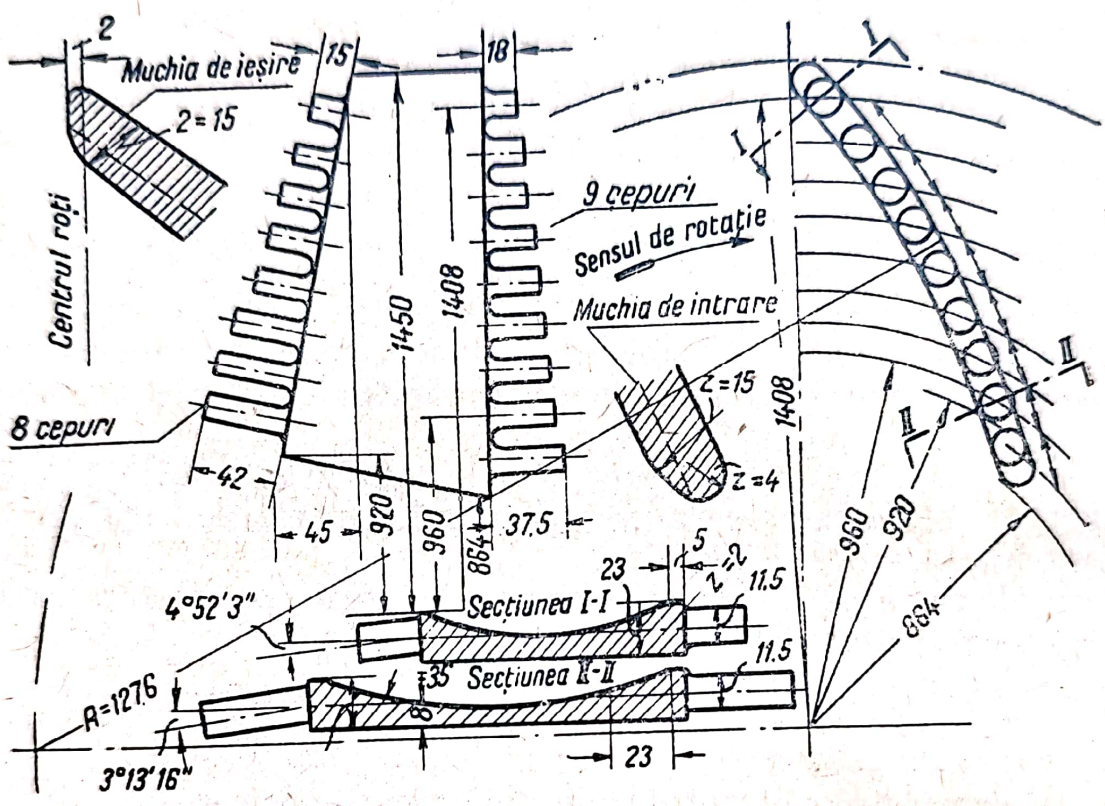


Fig. 135. Paleta rotorului.

se supun prelucrării pe un dispozitiv special, cu o freză tubulară, pentru a se da cepurilor o formă cilindrică. În continuare paletele se ajustează la discul posterior și la capac (discul anterior) cu ajutorul vopselei; jocurile între planurile frontale ale paletelor și discuri nu trebuie să depășească 0,05 mm.

Pînă la asamblarea definitivă a rotoarelor, discul se supune unei echilibrări statice, paletele se ajustează la greutate și se introduc după numărul cepurilor în orificiile corespunzătoare. După aceea se coboară discul peste cepurile paletelor și rotorul astfel format se echilibrează static. Surplusul de greutate unilaterală constatat se înlătură de pe paletele corespunzătoare, în care scop rotorul se desface.

După aceea rotorul reasamblat se echilibrează din nou și în final se nituiește (fig. 136).

Scanned with OKEN Scanner

Asamblarea rotoarelor pe arbore se realizează prin presarea rotoarelor individuale și bucșelor intermediare pe arbore, cu ajutorul unui dispozitiv hidraulic de tip orizontal.

În timpul reparației capitale a turbocompresorului se fac următoarele verificări asupra rotorului:

1) verificarea bătăii rotorului;
2) revizie;
3) măsurarea fusurilor rotorului în privința ovalității și conicității;
4) verificarea îmbinărilor ansamblului discurilor cu palete.

Verificarea bătăii rotorului. Verificarea bătăii se face prin instalarea între vîrfurile unui strung cu ajutorul comparatorului.

Se măsoară bătaia radială și axială.

Se verifică bătăile, la fusurile arborelui, la capetele de etanșare, între roțile de lucru și la circumferința cuplajelor de asamblare.

Valoarea săgeții în orice secțiune pentru arborii cu un număr de rotații mai mare de 5 000 rot/min trebuie să fie mai mică de 0,03 mm.

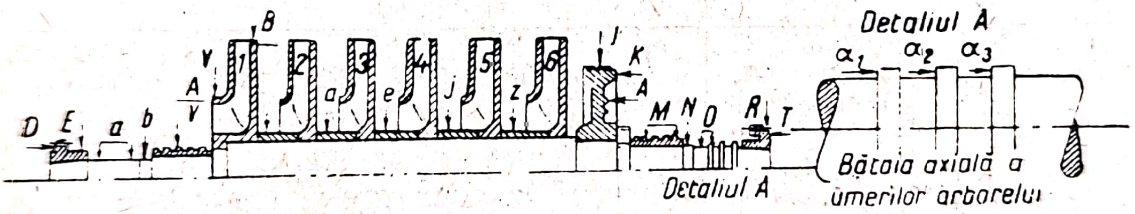


Fig. 136. Verificarea la bătaie a rotorului pompei centrifuge de presiune înaltă.

Bătaia radială a rotoarelor și bucșelor

Denumire	Rotor 1		c	Rotor 2		a	Rotor 3		e
	C	D		C	D		C	D	
Bătaie admisibilă ..	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06
Bătaie reală	0,04	0,15	0,02	0,04	0,2	0,04	0,08	0,1	0,06

Denumire	Rotor 4		j	Rotor 5		z	Rotor 6	
	C	D		C	D		C	D
Bătaie admisibilă	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2
Bătaie reală	0,05	0,25	0,07	0,07	0,2	0,07	0,09	0,15

Scanned with OKEN Scanner

Bătaia axială

Denumire	*E*	*F*	*G*	*P*	*T*	Rotor *1*		Rotor *2*		Rotor *3*	
						A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
Admis	0,02	0,10	0,2	0,02	0,02	0,06	0,4	0,06	0,4	0,06	0,4
Real	0,01	0,07	0,15	0,04	0,04	0,06	0,35	0,12	0,4	0,04	0,20

Denumire	Rotor *4*		Rotor *5*		Rotor *6*		α_1	α_2	α_3
	A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*			
Admis	0,06	0,4	0,06	0,04	0,06	0,4	0,02	0,02	0,02
Real.....	0,01	0,28	0,06	0,05	0,08	0,4	0,01	0,02	0,01

Bătaia radială a dispozitivelor de etanşare şi a fusurilor

Denumire	*a*	*b*	*c*	*m*	*n*	*o*	*i*	*e*	*p*
Admis	0,02	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,06	0,02	0,02
Real.....	0,01	0,06	0,03	0,06	0,07	0,05	0,12	0,01	0,05

Verificarea fusurilor rotorului la ovalitate şi conicitate se face prin măsurarea lor cu potcoava micrometrului.

Exemplu. Notarea rezultatelor ovalităţii şi conicităţii fusului $d_n = 85$ mm.

Dimensiunile fusului	Reale după măsurători				
		maxime	84,965	84,97	84,985
		minime	84,950	84,965	84,965
			D'	*D''*	*D'''*
Ovalitatea fusurilor	Admisă		0,025	0,025	0,025
	Reală		0,015	0,015	0,030
Conicitatea	Admisă		0,025	0,025	0,025
	Reală			0,02	

Etanşările labirint se aşază atît între diafragmele corpului şi bucşele rotorului, cît şi la ieşirea arborelui din corp, precum şi la pistonul de descărcare („dummis").

La turbo-suflante de gaze se fac etanşări cu inele unilaterale (fig. 137, *a*), iar la compresoare — cu inele bilaterale (fig. 137, *b*).

Scanned with OKEN Scanner

Labirintul constă dintr-o ramă de oțel în ale cărei canelu ri se presează și se ștemuiesc inele subțiri din alamă sau din cupru. (În unele cazuri se întrebuințează labirinte strunjite în corpul ramei). La reparație inelele uzate se înlocuiesc cu cele de rezervă, și ramele cu segmenți se restrunjesc. La asamblarea mașinii, jocurile axiale și radiale între inele și părțile învecinate ale rotorului se mențin în limitele 0,15—0,2 mm.

Cuzinetul lagărului se retoarnă; marca babbitului se alege

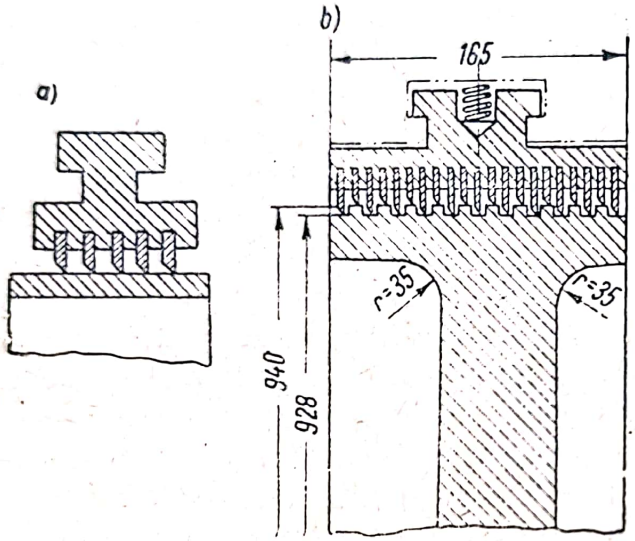


Fig. 137. Etanșarea labirintului unilaterală (*a*) și bilaterală (*b*).

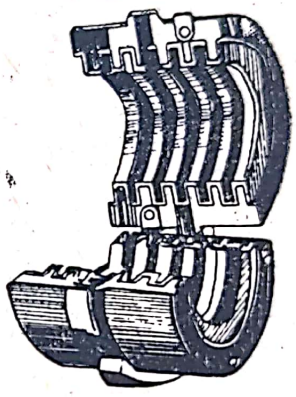


Fig. 138. Cuzinetul lagărului axial în formă de pieptene.

în funcție de puterea și viteza mașinii. Așa, de exemplu, pentru suflantele cu o putere de 300 kW la $n = 2\,350$ rot/min se întrebuințează babbit BN.

Unul din lagăre este axial și deseori se execută într-o construcție în formă de pieptene (fig. 138). Ajustajul cuzinetului în corpul lagărului trebuie să se facă prin tușare și cu spionul. Jocul fusului arborelui în lagărul axial se stabilește în limitele (0,0012—0,0015) d_n al arborelui, jocul axial al arborelui se asigură prin jocuri în lagărul axial, în general de 0,15—0,30 mm. Ajustajul profilului dinților cuzinetului axial se face după șablon, executat cu contrașablonul scos după arbore.

Încercările suflantelor și compresoarelor centrifuge ieșite din reparație se face după metodologia expusă mai înainte.

O atenție deosebită trebuie acordată mărimii amplitudinii vibrațiilor care nu trebuie să depășească 60—80 μ. Adeseori vibrațiile sînt cauzate (în afară de neechilibrarea dinamică a rotorului) de înțepenirea piepteniilor labirintului și descentrarea cuplajelor rotorului și motorului.

Scanned with OKEN Scanner

REPARAREA CENTRIFUGELOR

Nomenclatura centrifugelor, în funcțiune la uzinele chimice și în fabricațiile înrudite, este foarte largă. Pe lîngă mașinile cu funcționare periodică de diferite execuții (centrifuge verticale, suspendate, cu coloane și orizontale) se răspîndesc tot mai larg tipurile de mașini cu funcționare continuă și cu evacuare pulsatorie sau cu șnec.

Experiența reparației centrifugelor este sistematizată într-o măsură neînsemnată și întrebuințată în primul rînd la mașinile verticale cu funcționare periodică.

Centrifugele suspendate, cu funcționare periodică, care se întîlnesc frecvent la uzine, pot fi clasificate în categoria mașinilor cu o complexitate redusă de reparație, în special din cauza componenței foarte distincte a acestora, din cîteva subansamble complet independente. Din examinarea construcției unei asemenea centrifuge reprezentată în fig. 139 se vede că în carcasa *1* pe arborele *2* se rotește coșul *3*[1]). Rotirea arborelui cu coșul se realizează cu un electromotor prin arborele de transmisie *4* cuplat cu arborele *2* printr-un cuplaj centrifug de fricțiune. Pentru frînarea centrifugei se întrebuințează roata de frînare *15* cu frînă cu bandă (în desen nu e arătată). Subansamblele care se uzează (arborele cu rulmenții și arborele de transmisie cu cuplajul centrifug) după demontare se pot repara independent unul de altul, sau se pot înlocui cu subansamble de rezervă complete.

Piesele centrifugei care se uzează repede sînt sita *5*, plasa de drenaj *6* a coșului, banda de frînare la roata *15*, rulmenții *7*, *8*, *9* și amortizorul de cauciuc *10* la suspendarea arborelui.

Mult mai mult rezistă piesele arborelui de transmisie: saboții *11* bolțurile pîrghiilor cuplajului centrifug; rulmenții *12*, *13*, *14* de reazem ai arborelui de transmisie.

Montajul centrifugei se face în următoarea ordine:

1) instalarea carcasei *1* (în cazul cînd se scoate pentru reparație);

2) instalarea coșului *3*;

3) montajul arborelui *2* și transmisiei (suspensiile);

4) montajul frînei *15*;

5) montarea arborelui de transmisie *4*, cu saboții cuplajului centrifug.

---

[1]) După experiența de lucru a unei serii de uzine, se poate să nu se întrebuințeze disc de distribuire.

Scanned with OKEN Scanner

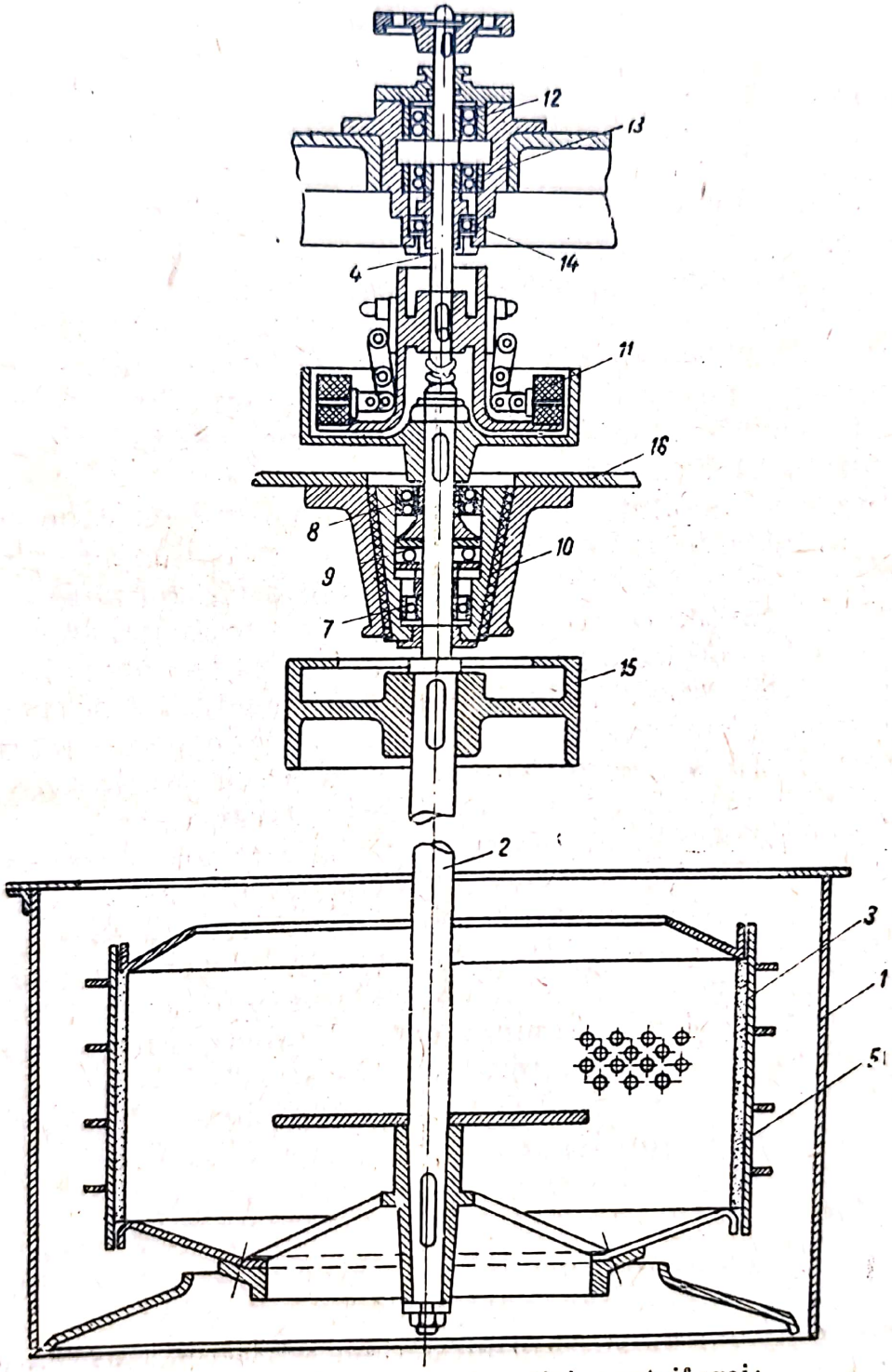


Fig. 139. Schema construcției centrifugei:
1 — carcasă; *2* — arbore; *3* — coș; *4* — arbore de acționare; *5*, *6* — sită; *7*, *8*, *9*, *12*, *13*, *14* — rulmenți; *10* — amortizor de cauciuc; *11* — saboți de frînare; *15* — frînă; *16* — placă de suspensie.

Scanned with OKEN Scanner

Carcasa centrifugei se instalează pe saboți fără capacul superior, pentru montarea ulterioară a rotorului în carcasă. Coșul centrifugei se coboară în carcasă și se așază provizoriu pe suporți de lemn pe fundul carcasei. După instalarea coșului, carcasa se închide cu capacul. Pe arborele centrifugei se montează roata de frînare fixată cu o pană și cu un șurub de fixare, apoi arborele se coboară prin orificiul central al construcției superioare de reazem, cu partea conică în butucul coșului centrifugei. Strîngerea rotorului pe partea conică a arborelui se face cu piulița pînă la refuz, după care piulița se asigură cu cui spintecat.

Corpul suspensiei se instalează pe grinzile longitudinale ale construcției superioare de reazem și se verifică, cu nivela, orizontalitatea suprafețelor de sprijin. Înainte de asamblarea suspensiei, rulmenții cu bile, butucul și garnitura inelară, trebuie spălate cu petrol, uscate, unse și montate în carcasă.

Pe carcasa montată se îmbracă amortizorul de cauciuc care trebuie să adere cu toată suprafața de carcasă. Carcasa montată în felul acesta se montează pe arborele centrifugei și se coboară în partea strunjită conic a suspensiei; în acest fel amortizorul de cauciuc trebuie să aibă o atingere completă la suprafața interioară a părții strunjite. Roata cuplajului centrifug se trage pe arbore pînă la rezemarea pe șaiba care strînge inelul interior al rulmentului cu bile superior și se strînge cu piulița cu guler, după care piulița se asigură cu cui spintecat.

Suspensia asamblată în întregime se strînge cu șuruburi la grinzile construcției de reazem. Banda de frînare se prinde la rama de metal cu nituri de aluminiu, după care se montează pe roata de frînare. Un capăt al ei se prinde la suspensie cu un șurub de întindere, iar celălalt se prinde la tirantul cu excentric. După aceea se instalează subansamblul arborelui de transmisie cu cuplajul centrifug și electromotorul cu flanșe.

Acțiunea frînei se verifică la încercarea în gol după deconectarea electromotorului. Frînarea trebuie să fie lină fără smucituri și să asigure oprirea coșului în timp de 30—60 s.

În funcție de condițiile de lucru, intervalul dintre reparațiile curente variază în limitele 700—1 400 ore, iar între reparațiile medii sînt necesare 3 000—4 000 ore. Necesitatea reparației capitale apare numai în cazul următoarelor degradări: a arborelui *2* (îndoire sau rupere), a coșului *3* în urma coroziunii, eroziunii, a ruperii bandajelor sau la slăbirea ajustajului butucului coșului.

Normativele stabilesc ciclul între reparațiile capitale pentru centrifuge care lucrează în condiții normale la 17 280 ore. În

Scanned with OKEN Scanner

cazul unei execuţii de calitate şi a unei deserviri bune, reparaţiile capitale se pot înlocui cu cele mijlocii.

La montajul centrifugelor trebuie acordată o atenţie specială echilibrării coşului şi montării precise a arborelui.

Echilibrarea statică a coşului trebuie făcută cu arborele şi roata de frînare montate. Pentru aceasta este indicat a se întrebuinţa un dispozitiv special de echilibrare cu role (fig. 140).

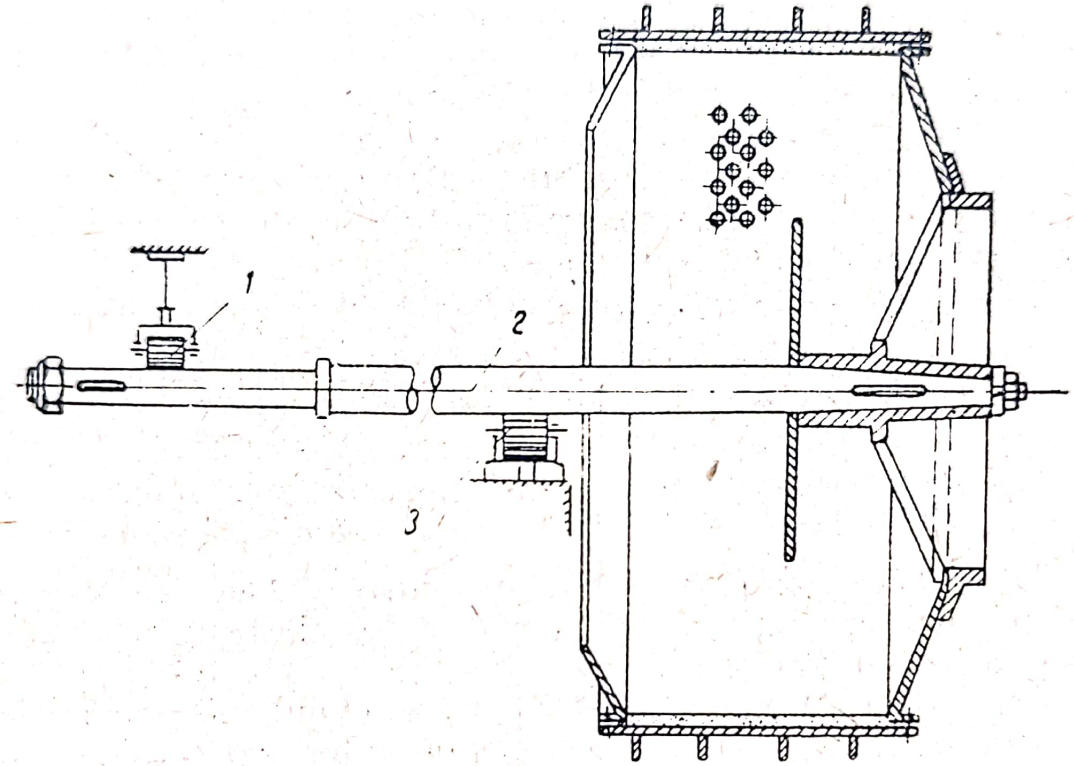


Fig. 140. Dispozitiv cu role pentru echilibrarea statică a rotorului centrifugei cu coş în consolă:

1 — reazem superior cu role; *2* — rotor; *3* — reazem inferior cu role.

O pereche de role se aşază sub arborele rotorului care se echilibrează şi a doua deasupra. Pentru evitarea dezaxării şi a înţepenirii arborelui, acesta trebuie să fie verificat foarte îngrijit la orizontalitate, la instalarea în dispozitiv.

În lipsa unui asemenea dispozitiv echilibrarea se face pe un dispozitiv obişnuit prizmatic sau cu discuri, iar coşul se aşază pe un dorn de control şi se echilibrează separat de arbore, pe roata de frînare. În acest caz la montare este neapărat necesar să se ajusteze în special cu grijă conul arborelui în partea strunjită a butucului tamburului.

Greutatea de echilibrare trebuie de regulă să se nituiască la partea interioară a coşului. Rotorul echilibrat static trebuie suspendat perfect vertical. Corectitudinea asamblării se obţine

prin montarea de garnituri întregi sub flanșa plăcii de suspensie *16* (v. fig. 139).

Centrifuga reparată și asamblată se verifică cu vibrometrul sau cu indicatorul într-un suport masiv, la vibrația remanentă, și în cazul unor rezultate insuficient de mulțumitoare mașina asamblată trebuie să fie echilibrată suplimentar dinamic. Deoarece la construcția dată a centrifugei măsurarea vibrațiilor sau notarea amplitudinilor maxime (v. cap. IV) sînt accesibile numai pe o singură parte a tamburului (cea superioară), o astfel de echilibrare poate da numai rezultate aproximative.

Cu tipul de centrifuge suspendate cu acțiune periodică examinat, se aseamănă destul de mult centrifugele filtrante verticale cu acțiune continuă, cu tamburul rotorului conic, care se descarcă sub acțiunea forțelor centrifuge.

Piesele care se uzează în special la această centrifugă sînt:

Sita, durata de serviciu 1—4 luni Căptușeala mantalei 10—15 luni Discul distribuitor	înlocuibile se recondiționează
Rulmenții cu reazem cu role Rulmentul axial cu bile	înlocuibile

La reparația curentă (o dată pe lună) se face spălarea subansamblelor cu rulmenți, peticirea sitelor și strîngerea tuturor îmbinărilor cu șuruburi.

La reparația mijlocie (la 3—4 luni) se schimbă sita, unele părți ale căptușelii de protecție, se verifică rulmenții superiori, crapodina și se schimbă tamponul de cauciuc al capului.

La reparația capitală se schimbă ansamblul rotorului și tot completul căptușelii de protecție (o dată pe an), se schimbă rulmenții, sita, inelul de etanșare, discul de distribuție și piesele de strîngere ale rotorului.

Pentru mărirea duratei de serviciu a unei serii de piese trebuie întrebuințată încărcarea cu sudură cu stalinit a suprafeței superioare (de lucru) a discului de distribuție și a unor, porțiuni ale căptușelii.

În condiții foarte nefavorabile se găsește rulmentul cu role al crapodinei, care se murdărește cu noroiul de prelucrat și de aceea subansamblul crapodinei trebuie să fie prevăzut cu o garnitură suplimentară; este de asemenea indicat să se înlocuiască la acest subansamblu rulmentul cu role, cu un cuzinet de grafit-cauciuc, presat, cu o alimentare intensă cu apă, pentru ungere.

Reparația curentă a mașinii se face fără demontarea ei, deoarece revizia și spălarea subansamblelor capului și crapodinei

Scanned with OKEN Scanner

se pot efectua prin orificiul de încărcare dinspre partea buncărului, iar reparaţiile mici ale sitelor prin gurile de vizitare ale carcasei.

La terminarea asamblării, rotorul se echilibrează dinamic; întrucît construcţia rotorului se caracterizează printr-un arbore dublu sprijinit, echilibrarea dinamică se poate face cu metodele obişnuite de echilibrare aproximativă ale maşinilor pe rulmenţii lor proprii.

Ca tip de centrifuge cu decantare, cu acţiune continuă se va examina centrifuga cu melc de tip NGOŞ — 800 (fig. 141).

Rotorul orizontal cilindro-conic *1*, închis cu carcasa *17*, cu fusurile sale goale *2* şi *3* se sprijină pe doi rulmenţi principali cu bile *4*, din care unul se montează în corpul lagărului *5* şi celălalt se găseşte în corpul reductorului *6*. Înăuntrul rotorului se introduce ansamblul melcului compus din subansamblul ramei sitei cu pereţi despărţitori, aripile *7* şi fusurile *8* şi *9*. Fusurile melcului sînt dispuse înăuntrul fusurilor goale ale rotorului şi se sprijină pe bucşe.

Tamburul şi melcul se rotesc în aceeaşi direcţie cu o diferenţă mică de viteză creată de reductor. Arborele de antrenare al reductorului *10* se roteşte de către electromotor, prin transmisie cu curele trapezoidale *11* şi are două pinioane. Unul din ele se află angrenat cu roata dinţată *12* aşezată pe fusul rotorului; celălalt este angrenat cu roata dinţată calată pe arborele special gol *13*, cuplat prin dispozitiv de siguranţă cu fusul melcului.

Arborele de acţionare al reductorului transmite de asemenea rotaţia rotorului la pompa de ulei. Reductorul *6* şi rulmentul *5* sînt aşezaţi pe batiul masiv *14* la care sînt prinşi doi suporţi: cel din dreapta *15*, pentru susţinerea conductei de alimentare şi cel din stînga *16*, care are instalat pe el întrerupătorul de avarie, acţionat de dispozitivul de siguranţă amintit mai sus.

Alimentarea continuă cu suspensie a maşinii se face prin conducta de alimentare, filtratul (faza lichidă) se scurge prin ferestre în peretele frontal al fusului drept al rotorului, iar produsul deshidratat se descarcă prin ferestre în peretele frontal al fusului stîng al rotorului.

Piesele supuse uzurii la aceste centrifuge sînt:

Ansamblul reductorului care se compune din:

1) rulmentul principal cu role *4*;
2) rulmentul cu bile al arborelui gol *13*;
3) bolţul siguranţei;
4) roata dinţată a arborelui gol *13*
5) pinioanele arborelui de acţionare *10* } (uzura dinţilor);
6) rulmentul cu bile al arborelui de acţionare;

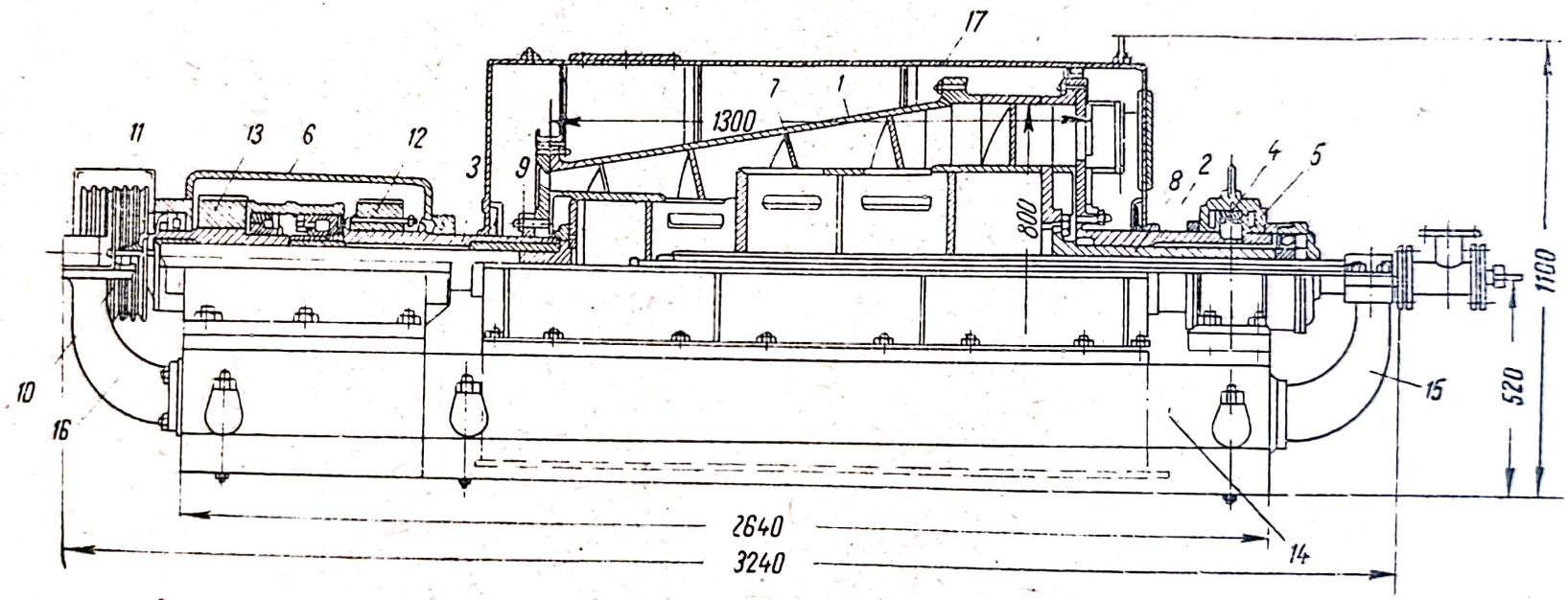


Fig. 141. Centrifuga NIIHIMMAŞA NGOŞ-800:

1 — rotor orizontal cilindro-conic; *2* — fusul drept al rotorului; *3* — fusul stîng al rotorului; *4* — rulmenţi principali; *5* — carcasa rulmentului drept; *6* — carcasa reductorului; *7* —tambur cu pereţi despărţitori şi aripile melcului; *8* — fusul gol; *9* — fus de acţionare; *10* — arborele de acţionare cu două roţi dinţate; *11* — şaibă de antrenare; *12* — roată dinţată a rotorului; *13* — arborele gol; *14* — batiu; *15* — suportul stîng în consolă cu ţeava de alimentare; *16* — suportul drept în consolă cu întrerupătorul; *17* — carcasă.

Subansamblul rotorului cuprinde:

1) bucşele presate în fusurile goale *2* şi *3;*
2) manşetele;
3) rulmentul principal cu bile din dreapta *4;*
4) roata dinţată *12* (uzura dinţilor);

Subansamblul melcului cuprinde:

1) aripile melcului, în urma acţiunii abrazive a fazei solide;
2) fusurile, pe suprafaţa exterioară;
3) rulmenţii cu bile ai fusului drept;
4) conducta de alimentare (uzura din cauza abraziunii suspensiei).

Datorită experienţei insuficiente de exploatare, nu există încă posibilitatea de a se face o limitare precisă a volumelor reparaţiei acestor centrifuge pe categorii.

Din schema demontării centrifugei (fig. 142) se vede că pentru înlocuirea bucşelor fusurilor goale şi a aripilor melcului care se uzează relativ repede, trebuie demontată aproape întreaga maşină. Din această cauză se poate presupune că structura ciclului de reparaţie trebuie să constea din revizia (schimbarea unsorii cu spălarea sistemului de ungere, strîngerea şuruburilor, spălarea conductei de alimentare şi a compartimentelor nelucrătoare ale rotorului ş.a.m.d.) reparaţiilor mijlocii şi capitale.

Uzura bucşelor fusurilor goale duce la apariţia vibraţiilor excesive ale maşinii care după unele date nu trebuie să fie mari de 1—1,5 mm.

Pentru înlocuirea bucşelor, centrifuga se demontează în aşa fel ca să se poată separa fusurile rotorului (fig. 142) după care bucşele se dau afară cu un dispozitiv de presat.

Suprafaţa cilindrică exterioară a fusurilor şnecului conjugată cu bucşele se poate recondiţiona prin metalizare.

Combinarea fusurilor metalice cu bucşe poroase presate creează condiţiile unei funcţionări sigure a acestor îmbinări, chiar cu o ungere periodică insuficientă.

Aripile (spirele) melcului sînt supuse unei uzuri mari şi rapide în special la prelucrarea unor produse abrazive. Uzura lor este admisă în limitele pînă la 10 mm pe o parte, şi poate fi compensată la reparaţie prin încărcare cu sudură cu aliaj de stalinit, sormait sau alte aliaje dure. La recondiţionarea spirelor cu încărcătură de stalinit în 1—2 straturi, este de dorit a se întrebuinţa dispozitive care uşurează acoperirea cu încărcătură şi topirea ei în spaţiul inferior orizontal al spirei, sau magnetizarea spirei

Scanned with OKEN Scanner

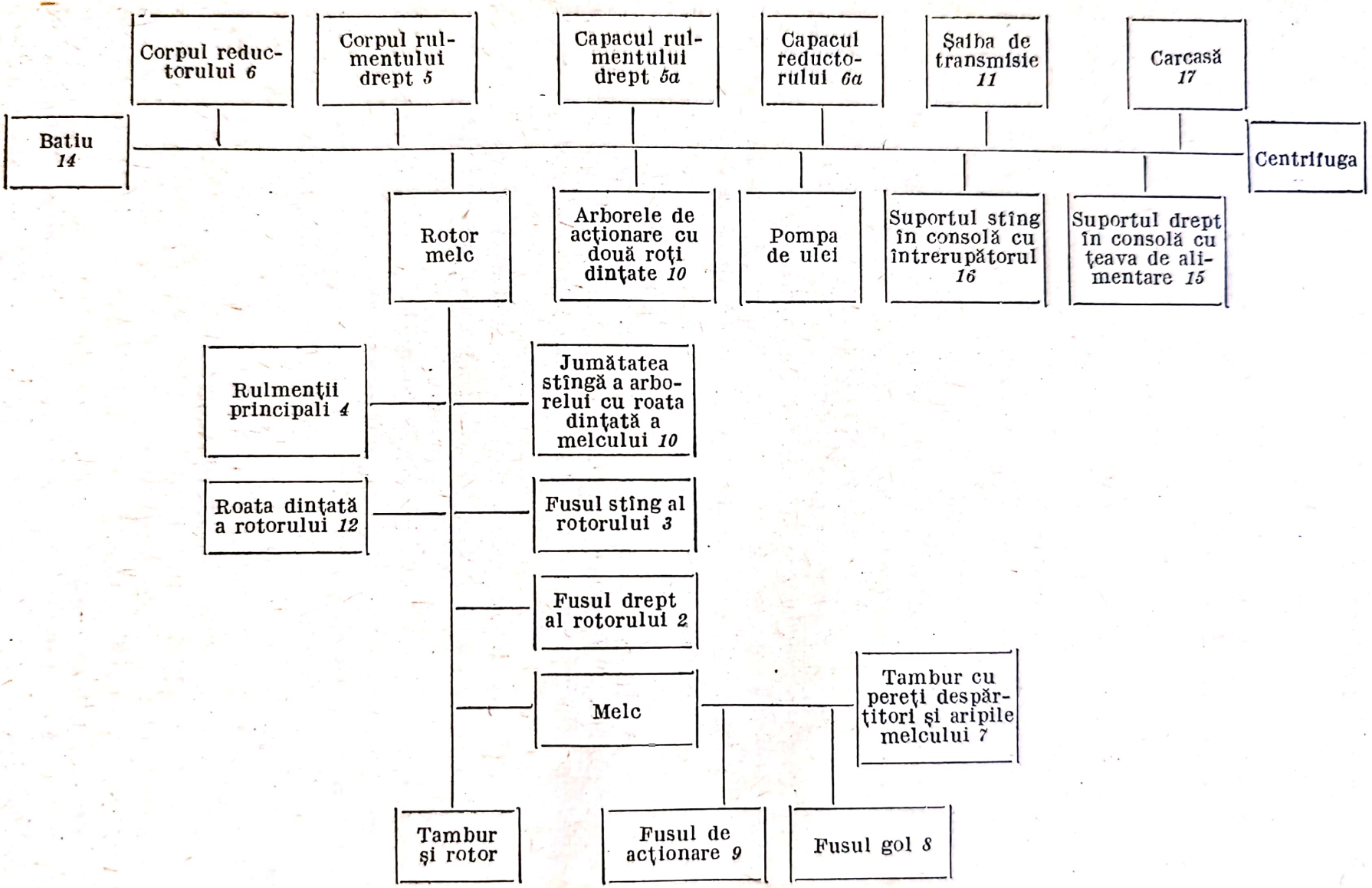


Fig. 142. Schema demontării şi montării centrifugei (fig. 141).

pentru reținerea încărcăturii pe suprafața ei. Se încarcă fîșia periferică de-a lungul spirelor (fig. 143) cu o lățime de 40—50 mm; încărcarea se execută pe porțiuni cu o lungime pînă la 200 mm; evacuarea căldurii se asigură cu benzi de cupru.

Pentru păstrarea gabaritelor nominale ale melcului care asigură jocul dat între marginile exterioare ale spirei și suprafața conică a rotorului, la încărcarea cu sudură se întrebuințează un șablon (fig. 144) care se sprijină pe fusurile melcului.

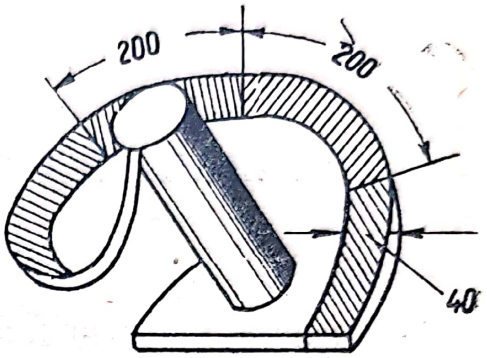


Fig. 143. Încărcarea cu sudură a benzii pe partea de lucru a spiralei melcului.

Exploatarea melcurilor cu o uzură mai mare de 10 mm trebuie evitată neapărat, deoarece reconditionarea lor prin încărcare cu sudură devine grea, iar confecționarea unor spire noi și sudarea lor la rama melcului cere un volum mare de manoperă (ca urmare a trasării complicate și a îndoirii spirelor conice) și poate duce la îndoirea ramei și pierderea coaxialității fusurilor.

Pinioanele reductorului de mare viteză (1 180—1 200 rot/min) se confecționează din oțel de calitate, de clasa a doua, cu tratare termică.

În cazul uzurii dinților pe o singură parte, ei se pot întoarce;

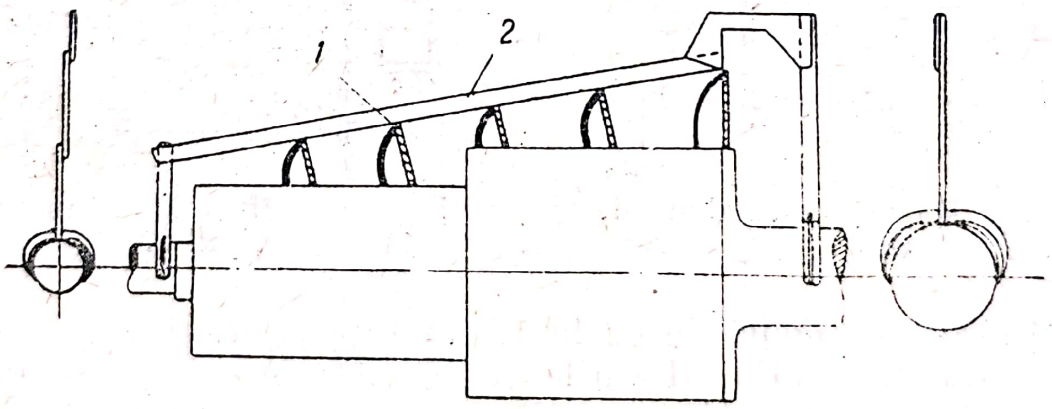


Fig. 144. Șablonul pentru repararea melcului:
1 — încărcarea cu sudură; *2* — șablon.

în acest caz în pinionul rotorului trebuie făcută o nouă crestătură pentru centrare.

Reparația individuală a dinților știrbiți se poate efectua cu introducerea de dinți confecționați separat (ajustați la bază în formă de coadă de rîndunică) în nutul coroanei. În acest caz este

necesară o recoacere locală și o prelucrare termică după montarea dintelui. Centrifuga reparată asamblată se echilibrează dinamic înainte de montarea carcasei după una din variantele metodei notării amplitudinilor maxime, de exemplu cu ajutorul vibroscopului.

CAPITOLUL VII

REPARAREA MAȘINILOR CU TAMBUR

INTRODUCERE

Mașinile al căror principal organ de lucru este tamburul rotativ sînt larg răspîndite în industria chimică, avînd cele mai diferite destinații funcționale.

După modul de sprijinire a tamburului aceste mașini se pot încadra în trei categorii principale:

1. Mașini cu tambur prevăzute cu fusuri care se sprijină pe lagăre montate pe ramă; rotirea lor se asigură cu ajutorul unei

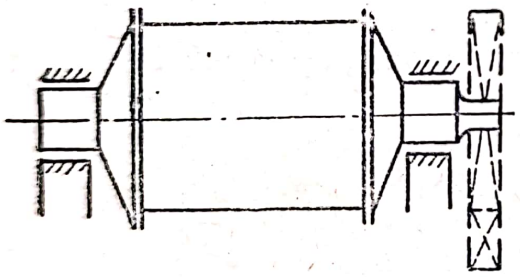


Fig. 145. Mașină cu tambur de tipul 1.

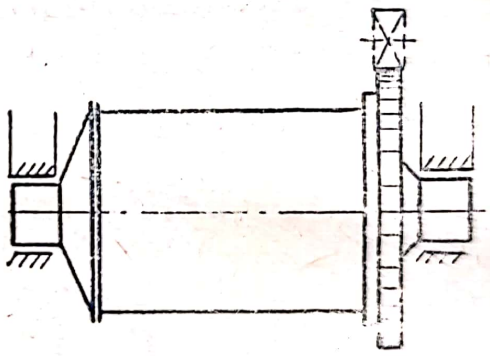


Fig. 146. Mașină cu tambur de tipul 2.

roți dințate, cu melc sau cu lanț, montate pe unul din fusurile tamburului (fig. 145). Mașinile de această construcție se întrebuințează ca tamburi de uscare, uscătoare cu valț, filtre tambur cu vid, amestecătoare, cristalizoare, aparate de spălare, mori cu bile de mică capacitate etc. Caracteristic la aceste mașini sînt gabaritele mici ale tamburului (în special ca lungime), o greutate corespunzătoare mică și o gamă largă de viteze periferice (de la 10 pînă la 400 m/min).

2. Mașini cu tambur prevăzute cu fusuri dar cu acționare periferică printr-o coroană dințată montată direct pe tambur, așa cum este arătat în fig. 146.

Scanned with OKEN Scanner

Asemenea construcții de mori cu bile sau tubulare se caracterizează printr-un diametru și printr-o greutate mare a tamburului la o lungime mică a acestuia [1]) și printr-o viteză medie de rotație (100—200 m/min).

3. Mașini la care tamburul se sprijină cu bandajele pe suporți cu role, cu acționarea ca la mașinile de tipul 2, adică cu ajutorul unei coroane dințate (fig. 147) întrebuințate ca cuptoare de

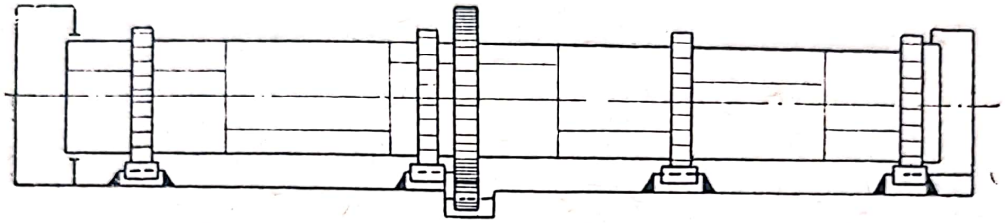


Fig. 147. Mașină cu tambur de tipul 3.

ardere, calcinare, uscare etc. Ele se caracterizează prin lungimea foarte mare (pînă la 150 m) la un diametru însemnat (pînă la 3,5 m), printr-o greutate totală corespunzătoare mare și printr-o viteză de rotație de obicei mică (2 ... 5 rot/min și mai puțin, ceea ce corespunde la 10 m/min).

Din punct de vedere al execuției reparației, variantele constructive descrise, se deosebesc una de alta prin nomenclatura pieselor care se uzează precum și prin conținutul lucrărilor de montare-revizie.

Pentru studierea problemelor reparării s-au ales în calitate de mașini reprezentative ale tuturor celor trei tipuri: 1) filtru-tambur cu vid; 2) moara cu bile cu încărcare și descărcare centrală și 3) tamburul de uscare cu funcționare continuă.

REPARAREA FILTRELOR CU TAMBUR ȘI CU DISCURI

Neluînd în considerație diferențele esențiale ale tipurilor respective, filtrele cu tambur și cele cu discuri cu funcționare continuă se caracterizează printr-o comunitate a proceselor tehnologice privind repararea.

Amîndouă tipurile de filtre (fig. 148, 149) au în construcția lor subansamble care se aseamănă.

Principalul subansamblu de lucru al filtrului este tamburul *1*, învelit cu pînză de filtrare și care are fusurile montate în lagăre-

[1]) $\frac{L}{D} = 1 \ldots 1{,}5$ la morile cu bile și $\frac{L}{D} = 3 \ldots 6$ la cele tubulare.

le *3*; la filtrele cu discuri, tamburul este înlocuit cu arborele gol *2*, pe care se montează discurile compuse *4*, formate din sectoare separate învelite cu pînză de filtrare. La subansamblurile de bază enumerate, trebuie adăugată o serie de dispozitive ajutătoare diferite: pentru scoaterea precipitatului cu ajutorul cuțitului,

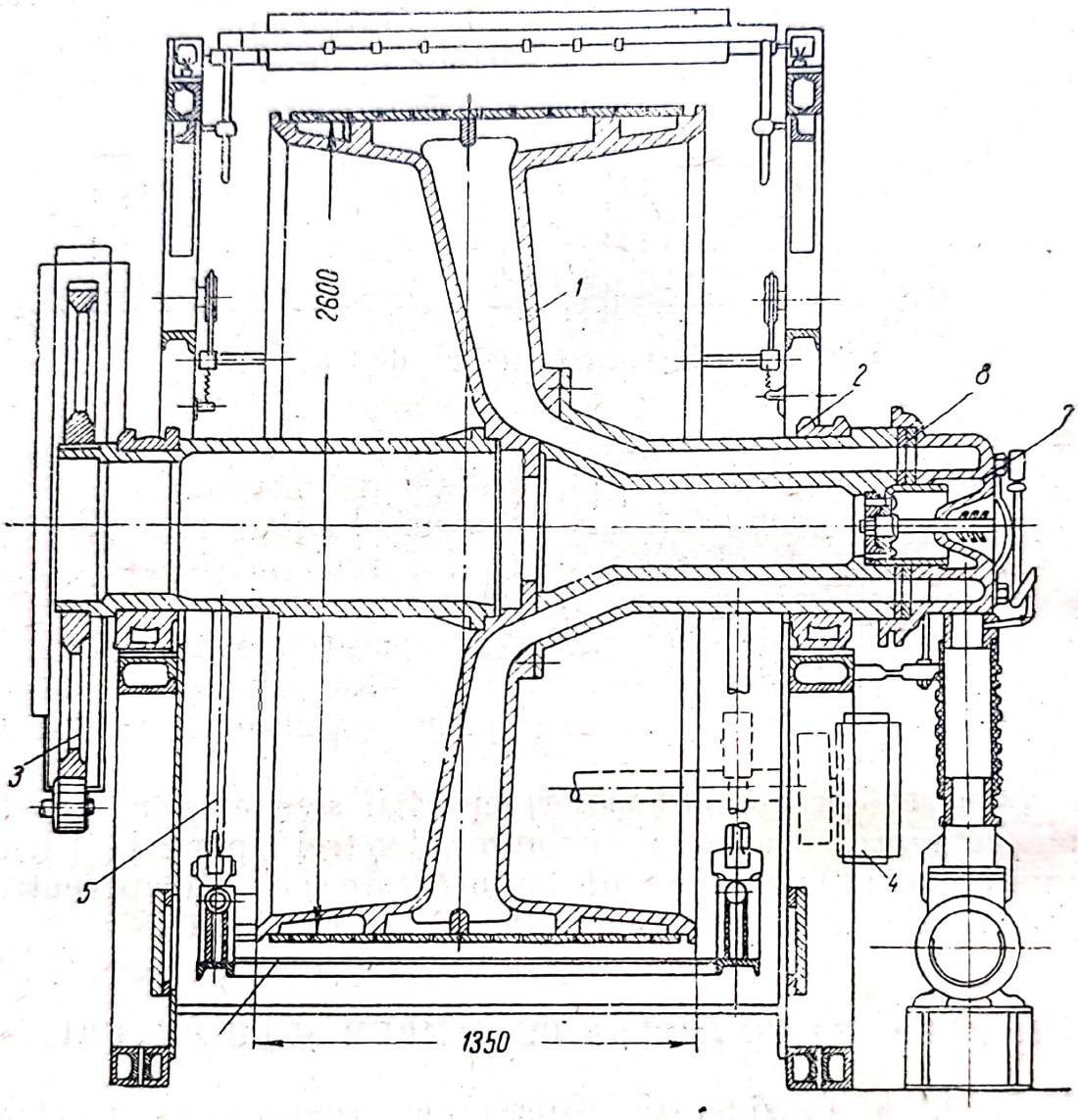


Fig. 148. Filtrul tambur cu vid:
1 — tambur; *2* — lagăr; *3* — acționarea tamburului; *4* — acționarea amestecătorului; *5* — mecanismul bielă-excentric pentru mișcarea amestecătorului; *6* — rama amestecătorului; *7* — cap de distribuție; *8* — inel de distribuție.

pentru spălarea precipitatului, pentru nivelarea precipitatului, pentru înfășurarea sîrmei care prinde pînza de filtrare pe tambur etc.

Subansamblele principale în funcționarea tipurilor de filtre examinate sînt capetele de distribuție cu ajutorul cărora se execută succesiv: 1) aspirația cu ajutorul vidului a filtratului, pentru

Scanned with OKEN Scanner

formarea precipitatului, 2) spălarea, 3) suflarea precipitatului cu aer comprimat.

Construcția celui mai simplu cap de distribuție este redată schematic în fig. 150. Inelul distribuitor *3* este fixat pe suprafața frontală a arborelui *5* și are o serie de orificii în legătură cu sec-

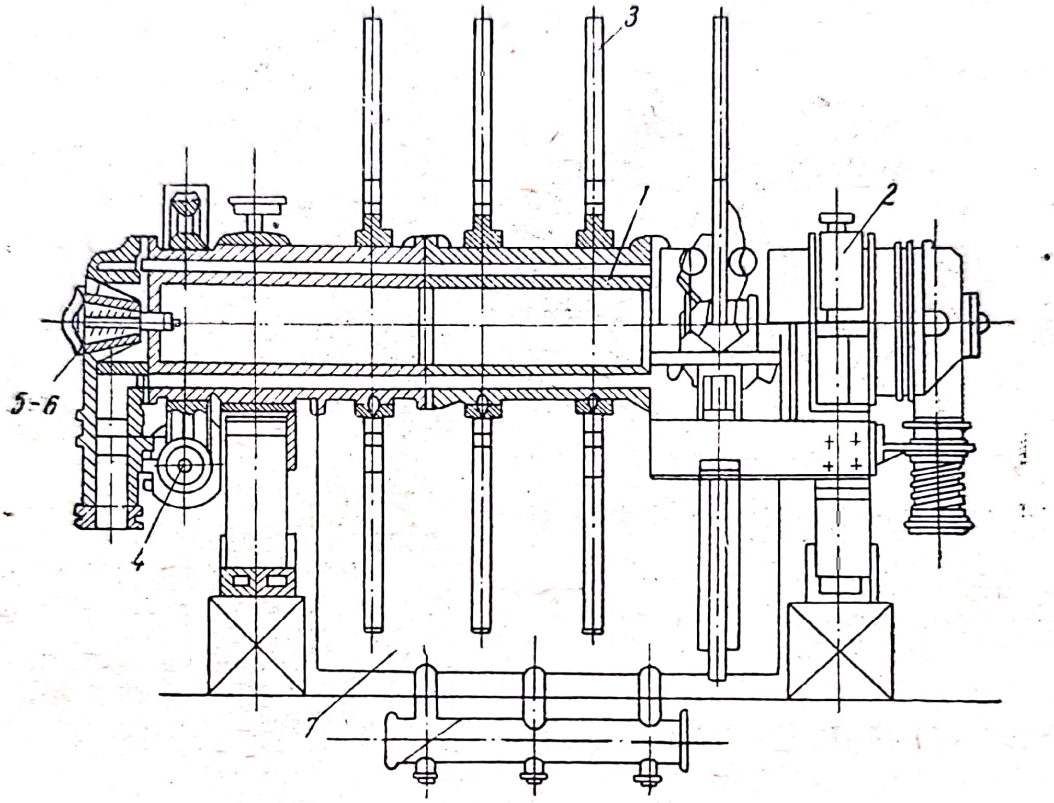


Fig. 149. Filtrul cu vid, cu discuri (construcția arborelui gol și fixarea discurilor):

1 — arbore gol; *2* — lagăr; *3* — disc compus; *4* — acționarea tamburului; *5*, *6* — capul de distribuție cu inelul de distribuție; *7* — jgheab.

țiunile corespunzătoare ale tamburului sau sectoarele discurilor. Inelul alveolar *2*, montat în corpul capului fix de distribuție *1*, este apăsat constant de arc pe suprafața frontală a arborelui gol. Inelul *3* are orificiile următoare: a) pentru aspirația cu ajutorul vidului a filtratului, b) pentru absorbția apelor de spălare, c) pentru alimentarea cu aer comprimat pentru suflare. La rotirea inelului *3* pe inelul *2*, aceste orificii pun succesiv în legătură secțiunile tamburului (sau sectoarele discurilor) cu conducta de vid sau cu cea de aer comprimat. În exploatarea filtrelor cu vid de tipul cu tambur sau cu discuri, se uzează intens inelele capului de distribuție și bucșele bolțurilor subansamblului amestecătorului; durata de funcționare a acestor piese variază între 1 și 3 luni.

Scanned with OKEN Scanner

O durată mai mare de funcționare au piesele acționării și mecanismului bielă-excentric a amestecătorului (melcul, roțile melcate și dințate, coroanele, excentricele) și sitele de drenaj care se așază sub pînza de filtrare (durata lor de serviciu este de 12—24 luni).

Arborele gol, piesele capetelor de distribuție (în afara inelelor), amestecătorul, lagărele principale, se uzează încet și au o durată de serviciu de 40—50 luni și mai mult.

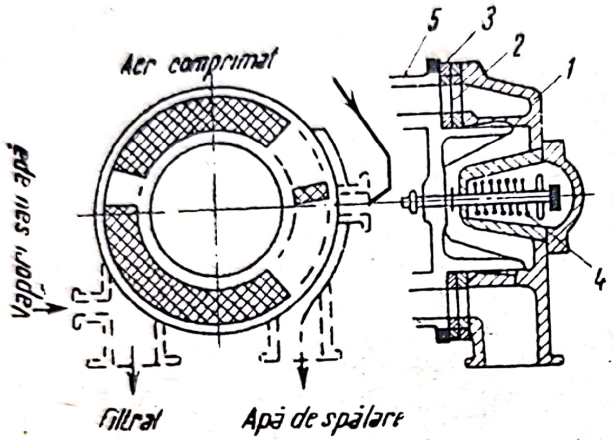


Fig. 150. Construcția capului de distribuție:

1 — corpul capului de distribuție; *2* — inelul alveolar (distribuitor); *3* — inelul de distribuție; *4* — arc; *5* — arborele gol principal al filtrului.

Corespunzător cu gradul de uzură a pieselor arătate se planifică următoarele termene și volume de reparații:

Reparația curentă, reparația (rectificarea) inelelor, reglarea capetelor de distribuție, curățirea sistemului de ungere, înlocuirea unor sectoare (la filtrele cu discuri), înlocuirea pînzei de filtrare (la filtrele cu tambur), strîngerea îmbinărilor în șuruburi. Reparația curentă se face după 700—1 000 ore, durează cel mult un schimb și se caracterizează printr-un volum de lucru de ~ 12 om-ore.

La reparația mijlocie, în afara volumului de lucru al reparației curente intră înlocuirea sau repararea bielelor și a bucșelor mecanismului bielă-excentric al amestecătorului, înlocuirea sitelor montate dedesubt, repararea acționărilor. Reparația mijlocie se face după 4 000—8 000 ore; la prelucrarea produselor agresive, intervalul se micșorează pînă la 2 500—3 000 ore. Timpul de întrerupere este de 50 pînă la 100 ore cu aproximativ același volum de lucru (în om-ore).

La reparația capitală se face înlocuirea completă a subansamblelor acționărilor, a mecanismului bielă-excentric, a amestecătoarelor și a ramelor lor, a capetelor de distribuție și repararea fusurilor arborelui gol și a lagărelor principale. Ciclul complet de reparație este de 25 000—30 000 ore, adică 3—4 ani, la lucru în 3 schimburi. Timpul de întrerupere la reparația capitală se normează în limitele a 480 ore cu un volum de lucru de 250 om-ore.

Experiența din exploatarea filtrelor arată că în condițiile îngroșării sitelor de drenaj montate dedesubt (de la 1,5 la 3 mm),

Scanned with OKEN Scanner

a protejării fusurilor arborelui gol cu cămăși din oțel, a ridicării rezistenței la uzură a bielelor, și a unei supravegheri sistematice a instalației de ungere, este cu totul posibilă renunțarea la reparațiile mijlocii pe toată durata ciclului de reparație[1]). O mărire însemnată a intervalelor între reparațiile curente poate fi realizată prin întrebuințarea pentru inelele capetelor de distribuție a metodelor tehnologiei de durificare (încărcare cu scîntei electrice, încărcarea prin sudare cu sormaite).

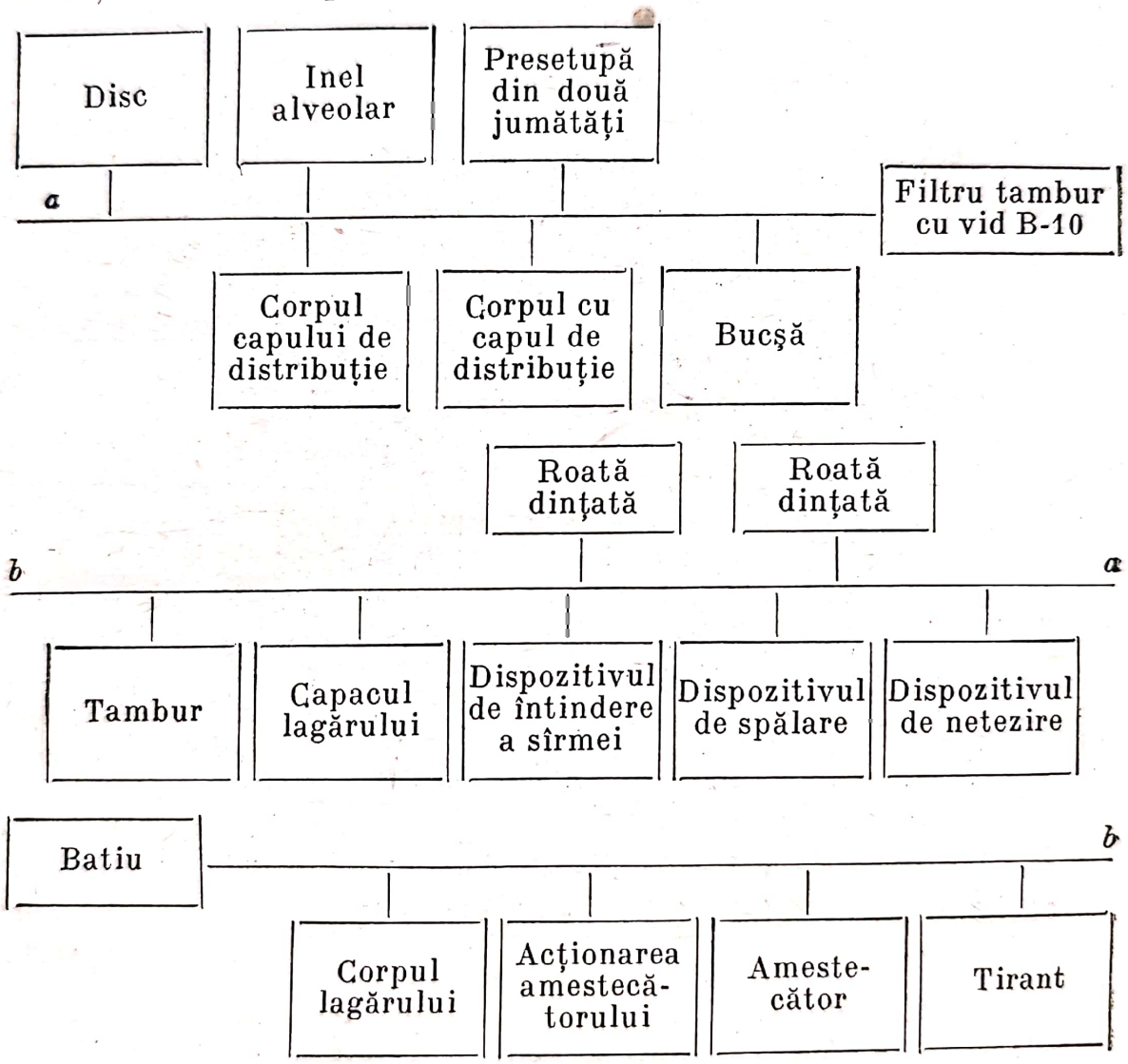


Fig. 151. Schema demontării și montării filtrului cu vid cu tambur (fig. 148).

Demontarea și montarea filtrelor se face în succesiunea redată în schema (fig. 151) pentru tipuri de filtru cu tambur (v. fig. 148).

---

[1]) N. G. Șepelev. Организация ремонта механического оборудования на углеобогатительных станциях. Углетехиздат, 1953.

În procesul asamblării, o atenție specială trebuie acordată finisării suprafețelor de lucru ale inelelor. În prezent această operație se face înainte de fixarea inelelor la suprafața frontală a arborelui și la corpul capului de distribuție, asigurîndu-se aceasta prin șabăruire. O astfel de metodă de finisare a inelelor nu se poate considera suficient de rațională pentru că, mai întîi, șabăruirea inelelor este legată de o mare pierdere de timp (manopera reprezintă după norme, de regulă, 30 ore) și, în al doilea rînd, la fixarea inelelor la locul lor, prin strîngerea filetului, precizia de aplicare a inelelor unul pe altul atinsă prin șabăruire se strică, lucru care duce la scăderea efectului de etanșare.

Este indicată finisarea prin rectificare a inelelor înaintea montării lor și după aceea o prelucrare chimică cu ajutorul pastei GOI în stare montată.

Principala sarcină în cadrul încercărilor după reparație a filtrelor cu acțiune continuă, trebuie socotită verificarea corectitudinii spațiilor legăturii tamburului sau ale discurilor, cu dispozitivul distribuitor al capului de distribuție. Pentru acest scop ștuțurile corespunzătoare ale capului de distribuție se racordează la conductele de vid și de aer comprimat, și prin rotirea în gol a tamburului pe suprafața frontală a acestuia, se înseamnă limitele zonelor de vid și presiune constatate, ale căror unghiuri corespund cu ciclograma din cartea filtrului.

În același timp se verifică etanșeitatea exterioară a dispozitivului de distribuție a capului și se reglează gradul de etanșare a inelelor unul pe altul.

REPARAREA MORILOR CU BILE

În fig. 152 este redat aspectul general al unei mori cu bile, cu acționare periferică și fusuri de reazem.

Principalul subansamblu al morii este tamburul arătat separat în fig. 153.

În funcție de model, asemenea mori se caracterizează printr-un diametru al tamburului de 2—3 m, printr-o lungime a lui de 4—5 m, printr-o greutate totală de 100—150 t (din care greutatea tamburului reprezintă 40—60 t) și printr-o putere necesară de 250—500 kW la 20—25 rot/min.

Măcinarea materialului în morile cu tambur se face prin acțiunea de lovire-frecare a corpurilor de măcinare cu care este umplut tamburul pînă la $^1/_4$—$^1/_3$ din volumul său. Drept

Scanned with OKEN Scanner

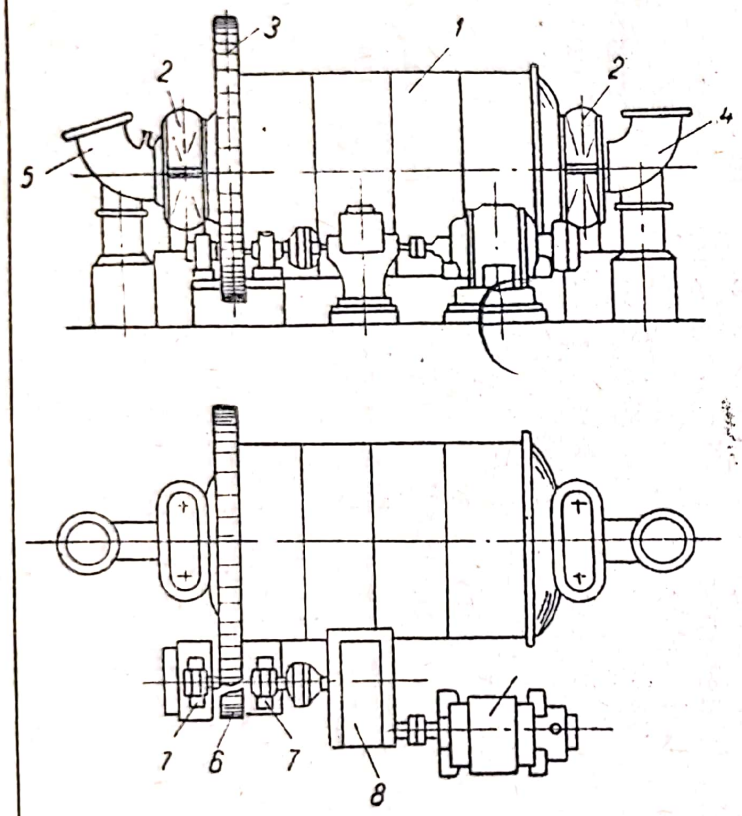


Fig. 152. Montarea morii cu bile:

1 — tambur; *2* — lagăr; *3* — coroană dințată; *4* — șanț de descărcare; *5* — ștuț de încărcare; *6* — pinion; *7* — lagărul acționării; *8* — reductor; *9* — electromotor.

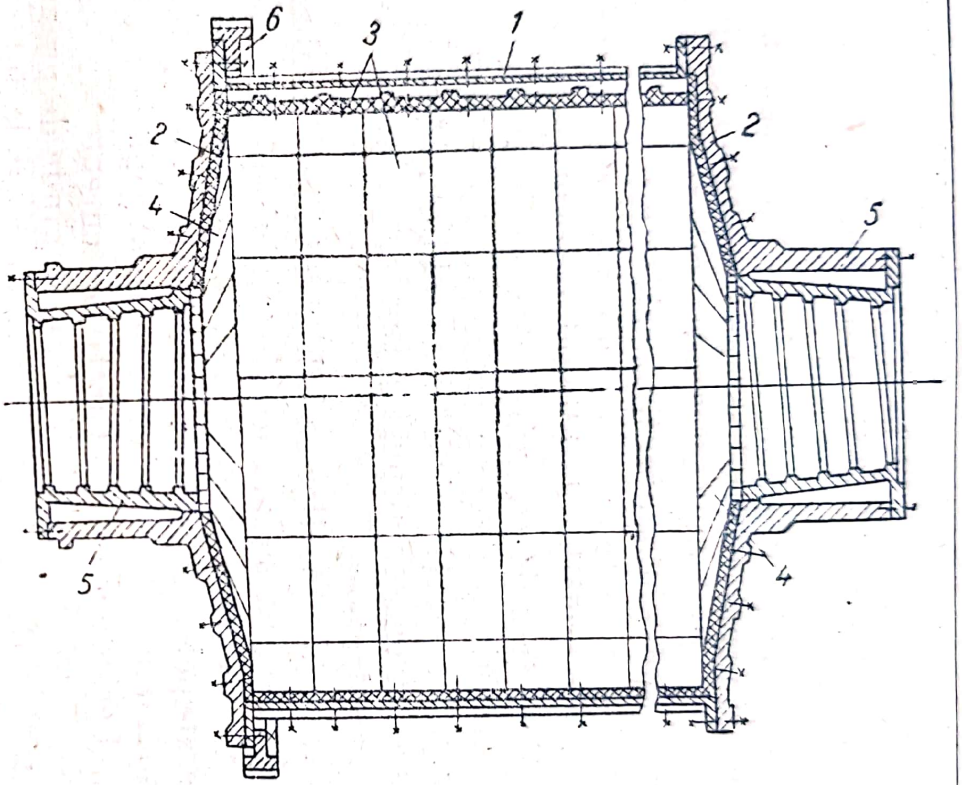


Fig. 153. Subansamblul tamburului:

1 — corp; *2* — fundurile cu fusurile goale; *3* — plăcile de blindaj ale corpului; *4* — sectoarele de blindaj ale fundului; *5* — melcul demontabil; *6* — coroana dințată.

corpuri de măcinare se întrebuințează pietre, bile și vergele (în mori cu bare) din oțel, fontă și bazalt turnat.

În procesul de lucru al morii, se produce uzura blindajului tamburului și a melcurilor din fusuri, ca rezultat al acțiunii de frecare și lovire a materialului prelucrat și a corpurilor de măcinare, precum și uzura dinților coroanei dințate și a pinionului, a fusurilor tamburului și a cuzineților lagărelor tamburului, a fusurilor arborelui pinionului și a cuzineților lagărelor acestui arbore. În afară de aceasta se strică (se întind și se distrug) șuruburile de fixare a plăcilor de blindaj care sînt în număr mare. Toate aceste piese trebuie recondiționate sau schimbate periodic. De asemenea trebuie schimbate corpurile de măcinare, care se uzează intens și nu aparțin pieselor de schimb. Menținerea constantă a volumului acestor corpuri în tambur se face în tot timpul procesului de exploatare.

Reparația curentă a morilor cu bile constă în schimbarea parțială sau încărcarea cu sudură a blindajului (pînă la 20% din toate plăcile) și strîngerea șuruburilor. O dată cu aceasta se face etanșarea presetupelor fusurilor, verificarea jocului în lagăre, curățirea și spălarea sistemului de ungere și reparația curentă a reductorului. Periodicitatea reparațiilor curente se apreciază după viteza de uzură a blindajului, care depinde de proprietățile abrazive ale materialului de prelucrat. Intervalele între reparațiile curente variază în general în limite largi, între 500 și 1 000 ore, în funcție de destinația morii, cu timp de întrerupere pentru reparație de 2—4 schimburi.

Reparația mijlocie constă în returnarea sau încărcarea cu sudură a cuzineților lagărului tamburului, recondiționarea coroanei dințate, schimbarea parțială a blindajului și a șuruburilor într-un volum mai mare decît în cazul reparației curente.

Periodicitatea reparațiilor mijlocii reprezintă în medie 6 500—8 500 ore, cu o durată de întrerupere de 3—5 zile.

Reparația capitală se face după 3—4 ani și include schimbarea totală a blindajului, recondiționarea sau schimbarea coroanei dințate și a pinionului de antrenare, strunjirea fusurilor tamburului și ai arborelui pinionului de antrenare, returnarea sau încărcarea cu sudură a cuzineților lagărelor și repararea pompei de ulei cu conductele de ulei. Timpul de întrerupere la reparația capitală se normează la 15—25 zile.

Ciclul de reparație al morilor corespunde următoarei scheme: K—6C—M—6C—K.

Scanned with OKEN Scanner

La reparațiile mijlocii și capitale ale morilor se întrebuințează pe larg diferite metode de recondiționare a pieselor mari. Din categoria de piese care se supun unor recondiționări repetate fac parte roțile dințate de acționare cu modul mare, blindajul tamburului și cuzineții lagărelor.

Plăcile de blindaj se toarnă din fontă albă sau oțel manganos. Încărcarea suprafeței de lucru a plăcilor cu un strat combinat de stalinit trebuie privită ca o măsură obligatorie, ținînd seama că rezistența la uzură a plăcilor încărcate depășește de 3—5 ori rezistența medie a blindajului de oțel.

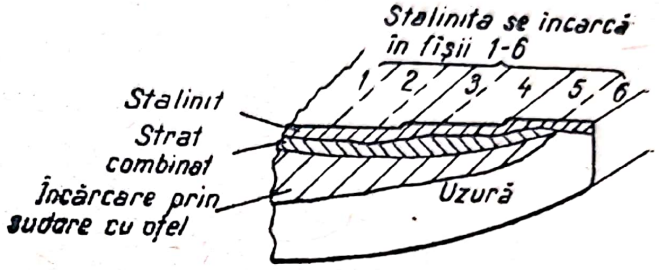


Fig. 154. Recondiționarea plăcilor de blindaj ale morilor.

Recondiționarea plăcilor și a segmenților din oțel nealiat se face printr-o încărcare cu sudură în mai multe straturi (fig. 154). Încărcarea se efectuează în fîșii înguste prin împrăștiere în succesiunea arătată, pe fîșiile *1*, *4*, *6*, *3*, *5*, *2* etc.

Înăuntrul tamburului blindajul se poate recondiționa fără scoaterea segmenților, pentru care tamburul morii se întoarce în așa fel, încît încărcarea prin sudare să se facă în partea inferioară orizontală.

La încărcarea prin sudare manuală a unui metru pătrat cu strat combinat, cu o grosime de 4—5 mm se consumă 80—85 ore, iar la încărcarea stratului superior de stalinit cu o grosime de 1,5—2 mm, 20—25 ore.

Încărcarea plăcilor înăuntrul tamburului este eficace cînd se recondiționează porțiuni separate și mici ale blindajului.

Pentru efectuarea reparațiilor mijlocii și capitale, trebuie efectuată încărcarea plăcilor de rezervă mai înainte, adică în perioada de pregătire a reparațiilor care urmează. În acest caz se poate întrebuința cu succes încărcarea automată cu arc, care este de cîteva ori mai productivă decît operația manuală. La recondiționarea plăcilor trebuie acordată atenție aducerii la dimensiunile nominale a găurilor sau șanțurilor pentru capetele șuruburilor, fără de care strîngerea lor se îngreuiază peste măsură (fig. 155).

Plăcile frontale, care au aspect de sectoare, se uzează neegal, uzura cea mai mare făcîndu-se la părțile periferice și cea mai mică la bucșele fusului gol. La centrala termoelectrică din Za-

kamsk, aceste plăci în formă de sectoare se fac din două jumătăți din care numai jumătățile periferice trebuie recondiționate; cele dinspre centru se schimbă sau se recondiționează în general rar.

Cu tot costul ridicat al recondiționării prin încărcare (mai mult de 500 ruble pe metru pătrat), această metodă este totuși economică, permițînd reducerea substanțială a confecționării de plăci noi de blindaj din oțel turnat, scump.

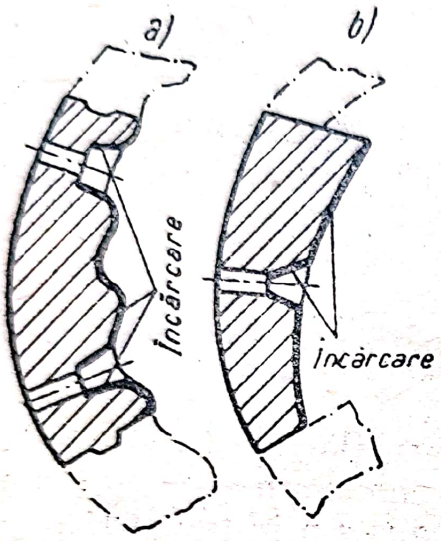


Fig. 155. Încărcarea cu sudură a plăcilor corpului: *a* — placă ondulată; *b* — placă trapezoidală.

Este de asemenea eficace protejarea prin încărcarea cu stalinit a capetelor șuruburilor destinate strîngerii plăcilor (experiența uzinei de ciment din Hilcovsk).

Coroanele dințate se toarnă din oțel 35-5022. Pentru modelele mari de mori, aceste roți dințate se fac din două jumătăți care se îmbină cu șuruburi.

La 120—170 dinți și la un modul de 24—30 mm, diametrul coroanei dințate ajunge pînă la 4,5 m și greutatea pînă la 6 t.

Dinții se frezează cu precizia corespunzătoare clasei IV (pentru roți dințate după GOST 1643-46), locurile de așezare ale roților se prelucrează prin strunjire de finisare care asigură o precizie corespunzătoare clasei a 3-a. Durata de exploatare a pieselor condiționate este de 15—20 ani, ceea ce corespunde la 4 — 5 cicluri de reparație.

În cursul acestui interval, coroanele dințate pot fi supuse recondiționării dinților prin încărcare, prin sudare, și în afară de aceasta, întoarse cu 180°.

Înainte de încărcare prin sudare, dinții se spală cu petrol și se încălzesc cu un arzător cu gaz, pentru îndepărtarea ruginii și urmelor de ulei. Încărcarea prin sudare se face după șablon, ținînd seama de adaosul pentru prelucrarea mecanică (1—2 mm). Este mai comod să se facă încărcarea pînă la montare, sau după întoarcerea roții dințate, adică în stare montată, pe tambur, deoarece fiecare dinte trebuie să fie într-o poziție aproape orizontală, lucru care se realizează prin învîrtirea periodică a tamburului cu coroana dințată cu un dinte. La o adîncime mare a uzurii, pentru a evita deformarea coroanei dințate, se recomandă a se face încărcarea sărind peste 3—4 dinți.

Scanned with OKEN Scanner

Dinții încărcați se ajustează după șablonul de finisare (pentru această operație se consumă 2—3 ore pentru un dinte) sau se frezează cu ajutorul dispozitivului portativ arătat în fig. 156.

Acest dispozitiv reprezintă o mașină de frezare mobilă cu reductor $i = 20 : 1$ și cu un electromotor cu o putere de 3 kW ($n = 960$ rot/min), montat pe un cadru care se fixează la coroana dințată prin intermediul unei bride. Freza deget cu profil, face 48 rot/min și are un avans longitudinal pe dinte, manual și limitator vertical.

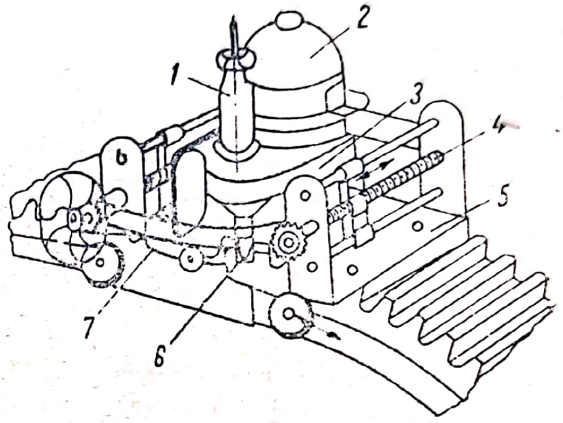


Fig. 156. Dispozitivul de frezat pentru prelucrarea dinților coroanei dințate:

1 — tijă; *2* — electromotor; *3* — reductor; *4* — șurubul avansului; *5* — ramă; *6* — freză; *7* — acționare cu lanț pentru avansul în lungul dintelui.

Pinionul de antrenare se toarnă din oțel de aceeași calitate ca și coroana dințată și se prelucrează cu aceleași clase de precizie. Numărul de dinți, mult mai mic (18—25) grăbește uzarea lor în comparație cu coroanele dințate. La reparațiile capitale, pinioanele de antrenare se schimbă cu altele noi, iar în cadrul reparațiilor mijlocii ele se recondiționează prin metoda de încărcare descrisă mai sus, sau prin întoarcerea lor cu 180°. Dimensiunile relativ mici ale acestei roți dințate (cu diametrul de 500—700 mm), permit întrebuințarea mașinilor de rabotat și mortezat din atelierul de reparații, pentru prelucrarea dinților după încărcare; în acest caz, pentru prelucrarea unei roți dințate ($z = 19$, $m = 28$) se consumă 2—3 schimburi.

La uzina de ciment I. D. I o f e din Kuvasaisk a fost propus un dispozitiv de copiere, arătat în figura 157, care accelerează prelucrarea de astfel de roți dințate de 3—4 ori.

La glisierele verticale ale suportului mașinii de rabotat longitudinal se fixează suportul *1* cu rola *2*. Placa *3* cu dispozitivul de copiat după profilul dintelui *4* se montează pe glisierele transversale *5*. Avansul automat transversal se deconectează și la rabotarea dintelui se întrebuințează avansul vertical, manual sau automat. În acest fel cuțitul *7* prelucrează dintele după profilul dat. Întoarcerea roții dințate pentru trecerea la prelucrarea dintelui următor poate fi făcută cu ajutorul discului divizor.

Fusurile tamburului. Chiar în condiții complet satisfăcătoare de ungere a lagărelor, fusurile tamburului se uzează

Scanned with OKEN Scanner

intens; din cauza complexității turnării lor, acestea constituind un corp comun cu fundurile tamburului, trebuie introduse în nomenclatura pieselor de schimb și trebuie neapărat executată pe loc prelucrarea lor. În cazul reparației mijlocii a mașinii, fusurile se șlefuiesc cu ajutorul unor bride cu saboți de lemn căptușiți în interior cu pîslă. În calitate de abraziv se întrebuințează

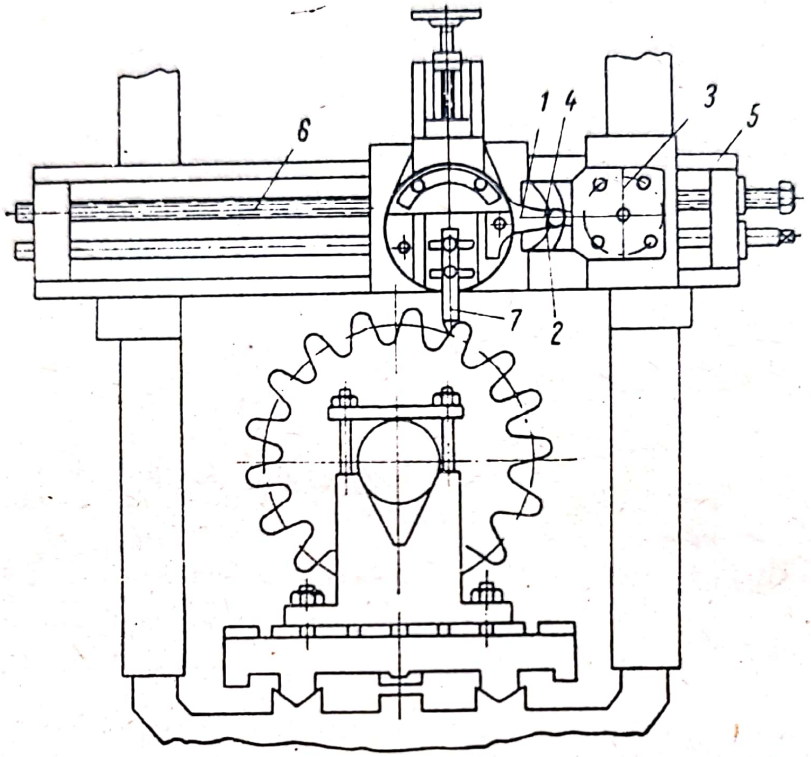


Fig. 157. Dispozitivul de copiat la mașina de rabotat longitudinal pentru rabotarea dinților încărcați cu sudură ai pinionului:

1 — suport cu consolă; *2* — rolă; *3* — placă; *4* — dispozitiv de copiat; *5* — glisierele transversale; *6* — șurubul mamă; *7* — cuțit.

praful de șlefuit de granulație mică, umezit cu ulei. Prin metoda șlefuirii manuale se reușește a se îndepărta zgîrieturile puțin adînci, ce pot fi observate cu ochiul liber, și menținerea formei fusului în limitele date: ovalitate nu mai mult de 0,05 mm, conicitate nu mai mult de 0,08 mm.

La verificarea cu potcoavă cu șurub, aceste deformări se determină cu spionul (fig. 158).

În cadrul reparației capitale fusurile se strunjesc și se rectifică. Strunjirea fusurilor se efectuează cu metode diferite, din care cea mai simplă este întrebuințarea unui suport mobil.

În acest caz, tamburul nu se demontează și, după scoaterea capacelor lagărelor, rămîne așezat pe jumătățile inferioare ale cuzineților (fig. 159).

Scanned with OKEN Scanner

Pe planul de demontare al cuzineților se înșurubează placa *3* la care se fixează suportul de ghidare *6*. Suportul *7* cu cuțitul *8* se deplasează de-a lungul fusului prin învîrtirea șurubului *9*. Adîncimea de tăiere se stabilește prin mișcarea manuală a cuțitului după fiecare trecere (adîncimea de tăiere la o trecere este de maximum 0,5 mm).

La strunjirea fusurilor, tamburul morii se poate roti cu electromotorul de funcționare prin reductor. Este de dorit ca pentru acest scop să se folosească un electromotor special mai mic, cu transmisie prin curele, care permite a se reduce viteza tamburului pînă la 5—6 rot/min (ceea ce corespunde la 15—25 m/min).

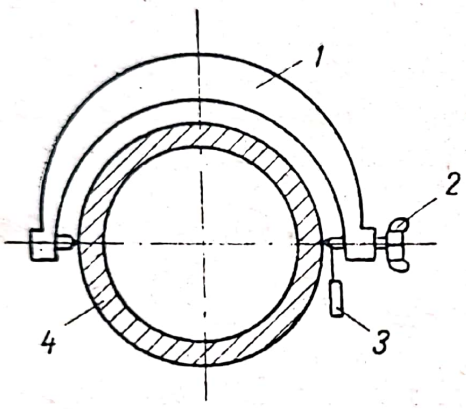


Fig. 158. Verificarea formei ovalității și conicității fusului cu potcoava și cu spionul:
1 — potcoavă; *2* — șurub; *3* — spion; *4* — fusul gol.

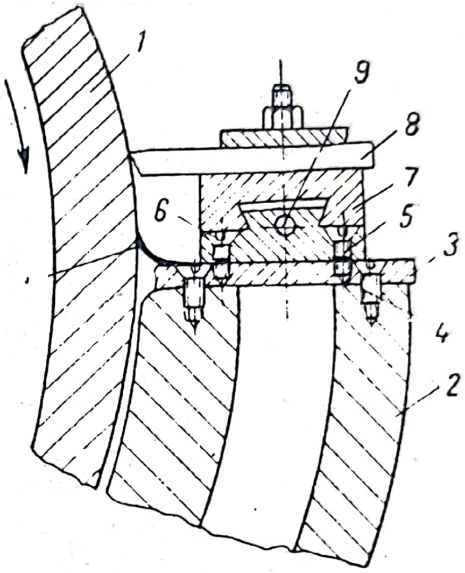


Fig. 159. Suport mobil pentru strunjirea fusului:
1 — fus; *2* — corpul cuzinetului inferior; *3* — placă; *4*, *5* — șuruburi; *6* — ghidaj; *7* — suport; *8* — cuțit; *9* — șurubul de avans al suportului.

Se poate întrebuința de asemenea și un dispozitiv de tip mai complex sub forma unui cap tăietor, care se rotește împrejurul fusului fix, antrenat de un electromotor mic prin intermediul unei transmisii independente.

Rectificarea fusurilor se mecanizează prin întrebuințarea unor dispozitive de șlefuire mobile, montate ca și tipul de dispozitiv de strunjire descris, adică pe planul de demontare al lagărelor.

Cuzineții lagărelor se execută din două jumătăți și se toarnă din babbit. La o suprafață a proiecției orizontale a turnării unui cuzinet ajungînd la 0,5 m² și la o greutate a tamburului cu blindaj cu roata dințată, cu bile și cu produs de

60 — 90 t, încărcarea specifică pe metalul materialului turnat reprezintă:

$$p = \frac{60 \ldots 90}{2 \cdot 0{,}5} \ldots \frac{1\,000}{10\,000} = 6 \cdots 9 \text{ kg/cm}^2,$$

iar produsul:

$$PV = \frac{(6 \ldots 9)\ (60 \ldots 100)}{60} = 6 \ldots 15 \text{ kgm/cm}^2\text{s}.$$

Neluînd în considerație valoarea mică a criteriului PV, caracterul de neînlăturat de lovire al încărcăturii, din însăși cauza a principiului de funcționare a morii, necesită o mare atenție la alegerea aliajului antifricțiune a lagărelor. Pînă în prezent cuzineții fusurilor morilor mari se toarnă din babbit B83 al cărui consum pentru doi cuzineți reprezintă 600—700 kg. Durata de serviciu a cuzineților (după uzură) variază în limite de la 6 luni la 1 an.

Concomitent cu folosirea metodei de returnare completă a cuzineților din babbit în cadrul reparației capitale, legată de pierderi prin ardere de 50—100 kg de babbit la o reparație a mașinii, se introduce: a) metoda de încărcare cu sudare cu babbit a cuzineților, fără topirea stratului rămas; b) metoda de metalizare a cuzineților, cu pseudo-aliaje, de exemplu plumb-aluminiu (1 : 1), care evită întrebuințarea babbitului B83.

Încărcarea se face cu ajutorul unui arzător cu gaz nr. 1 (la o presiune a oxigenului de 1 at), prin topirea vergelelor de babbit cu diametru de 5—8 mm pe suprafața cuzinetului curățită și încălzită la 70—80°C. Dacă înainte o asemenea încărcare se făcea numai la defectele locale ale suprafeței cuzinetului, acum G. P. Popov și F. F. Volkov (Hidrocentrala Zakamsk) au întrebuințat această metodă pentru recondiționarea cuzineților uzați pe întreaga suprafață de lucru [1]).

După datele publicate [2]) volumul de lucru pentru încărcarea cu babbit se determină ținînd seama că se pot produce 40 cm²/h la o grosime a stratului de 10 mm.

Se poate aștepta un efect mai mare prin înlocuirea returnării cu metalizarea cu pseudoaliajul plumb-aluminiu, cu ajutorul aparatului electric de metalizare și formarea unui strat de încăr-

---

[1]) NKES. Руководящие указания по ремонту шаровой мельницы Ш-8, 1945 г.; A. S. Sereda Скоростной ремонт и повышение надежности эксплуатации ТЕЦ. Госэнергоиздат, 1950.

[2]) F. E. Dasaev. Электрические станции, № 4, 49 (1950).

care de 15—20 mm. Proprietățile antifricțiune ale acestui aliaj s-au dovedit la experimentări de 2—3 ori mai bune (la rezistența la uzură) decît ale babbitului B83. Sîrma bimetalică cu compoziția indicată se confecționează prin înfășurarea unei sîrme de plumb cu o bandă de aluminiu.

Prelucrarea cuzineților recondiționați pe o cale sau alta nu întîlnește greutăți de principiu; cu toate acestea în condițiile reparației, în cazul unor diametre mari ale cuzineților (500—1 200 mm), această operație nu se poate executa totdeauna pe strunguri universale. În asemenea cazuri se face strunjirea cuzineților cu ajutorul unui dispozitiv manual sau mobil (fig. 160).

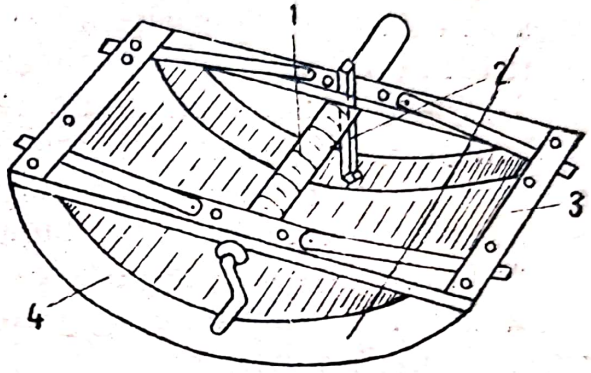


Fig. 160. Dispozitiv mobil pentru strunjirea la interior a cuzineților morilor:
1 — șurub mamă; *2* — cuțit; *3* — ramă; *4* — cuzinet.

Operațiile la demontare și montare. Demontarea morii la reparația capitală se compune din următoarele operații de bază:

1) descărcarea bilelor;

2) îndepărtarea plăcilor de blindaj;

3) scoaterea coroanei dințate (numai în cazul în care este necesară schimbarea ei);

4) deschiderea capacelor lagărelor fusurilor tamburului și ridicarea tamburului pe o schelă de lemn;

5) demontarea grupului de antrenare pentru înlocuirea pinionului pentru repararea arborelui și a lagărelor;

6) demontarea pentru reparație a părților care completează instalația: reductor, cuplaje, pompă de ulei, motor etc.

Operațiile de demontare sînt legate de necesitatea de ridicare și transportare de subansamble și piese de gabarite și greutăți mari și de aceea trebuie să fie efectuate cu dispozitive mecanizate de ridicare.

În practică s-a verificat utilitatea instalării la o moară în reparație a unei macarale consolă cu braț cu pisică și a unui palan de 5 t pentru ridicarea capacelor lagărului, ridicarea și îndepărtarea sau întoarcerea coroanei dințate, ridicarea arborelui de antrenare etc., precum și întrebuințarea de vinciuri puternice hidraulice sau pneumo-hidraulice pentru ridicarea tamburului.

Scanned with OKEN Scanner

Puterea de ridicare a vinciurilor se alege după greutatea tamburilor cu coroană dințată și blindaj, dar fără bile și produs, și reprezintă aproximativ 40—60 t.

Asamblarea morii după terminarea reparației pieselor ei principale se face aproximativ în ordine inversă. Paralel cu asamblarea reductorului și a subansamblului, grupul de antrenare asamblează moara, adică se așază în lagăre cuzineții recondiționați, se coboară tamburul de pe vinciuri (cu îndepărtarea concomitentă a schelei), se închid capacele lagărelor fusurilor, se asamblează coroana dințată pe tambur și se verifică angrenarea, se montează și se strînge noul blindaj, după care se încarcă bilele.

Din toate operațiile enumerate, cele cu volumul de lucru cel mai mare sînt: instalarea tamburului, rotirea sau montarea noii coroane și verificarea angrenării acționării.

Așezarea tamburului pe lagăre se face în următoarea ordine:

1) sub cordoanele de întărire ale corpului tamburului se instalează din nou vinciuri care preiau sarcina, după care se îndepărtează grinzile schelei;

2) se coboară uniform tamburul;

3) după așezarea fusurilor tamburului în cuzineți, se rotește tamburul cu un unghi de ± 30° pentru verificarea așezării (păsuirii) complete a fusurilor pe cuzineți (pentru rotirea tamburului se poate întrebuința un dispozitiv de acționare cu troliu după schema din fig. 161);

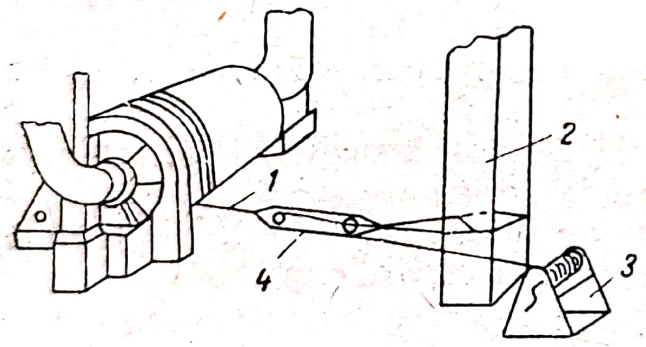


Fig. 161. Rotirea tamburului cu ajutorul troliului (în cazul demontării grupului de antrenare):
1 — cablu; *2* — stîlp de construcție; *3* — troliu (pentru 1 t); *4* — palan.

4) se fac o serie de lucrări de verificare ca: determinarea orizontalității fusurilor tamburului (înclinarea admisibilă în partea tamburului 0,3—0,4 mm/m, verificarea jocurilor axiale între umerii fusurilor și fața cuzineților (valoarea normală a acestora: 1,5—2 mm în lagărul axial și 10–15 mm în cel de reazeme).

Întoarcerea coroanei dințate se face după schema redată în fig. 162 prin intermediul suspendării pe o macara cu consolă.

În cazul dat, cu ajutorul troliului se rotește tamburul în poziția corespunzătoare așezării orizontale a planului de demontare a coroanei dințate, după care se leagă jumătatea superioară a coroanei dințate la palane; se desfac și se scot șuruburile de

Scanned with OKEN Scanner

fixare a acestei jumătăţi la suprafaţa de aşezare pe tambur şi şuruburile de îmbinare ale celor două jumătăţi, se îndepărtează jumătatea superioară a coroanei dinţate de pe tambur şi se aşază cu o întoarcere de 180° lîngă tambur. Cu ajutorul aceloraşi palane, jumătatea de coroană dinţată se aşază la loc pe tambur şi se fixează pe bandajul respectiv.

După fixarea jumătăţii superioare a coroanei dinţate, tamburul se roteşte cu 180° şi în aceeaşi ordine se demontează, se întoarce şi se fixează din nou şi jumătatea inferioară a coroanei dinţate.

Strîngerea şuruburilor[1]) de fixare a coroanei dinţate se face în următoarea succesiune: întîi se asamblează cu şuruburi îmbinările celor două jumătăţi (spaţiul admisibil 0—0,05 mm), după care se montează şi se strîng uniform şuruburile pe circumferinţa coroanei dinţate, care o fixează de bandajul tamburului (jocul admisibil la aşezarea feţei coroanei dinţate la bandaj 0—0,1 mm).

Montarea coroanelor dinţate noi se face în acelaşi fel.

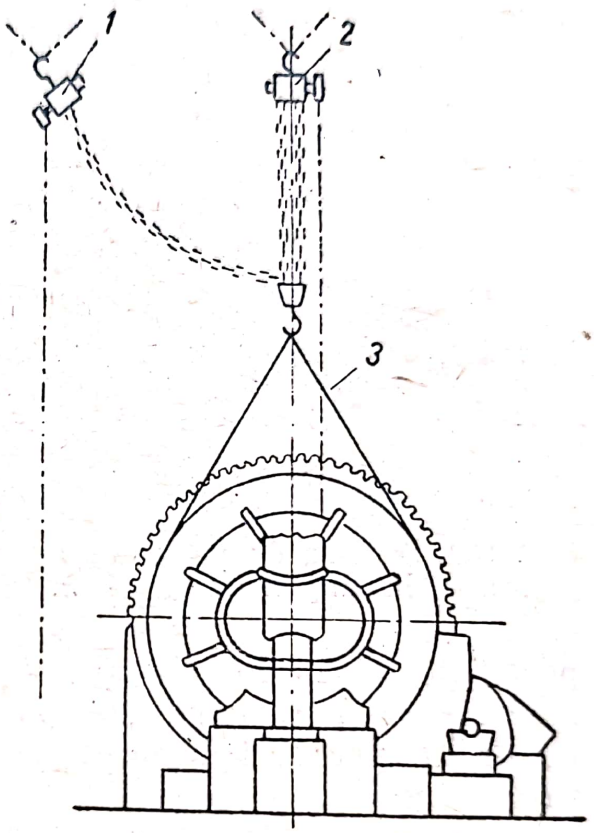


Fig. 162. Schema ridicării jumătăţii coroanei dinţate cu două palane cu o putere de ridicare de 3 t:
1—palan nr. 2; *2*—palan nr. 1; *3*—dispozitiv de legare.

Verificarea angrenării trebuie făcută prin cîteva operaţii de control, ca:

1. Verificarea bătăii radiale şi frontale cu două comparatoare în 6—8 poziţii ale coroanei dinţate.

Comparatoarele se aşază pe suporţi speciali din bandă sau cornier de oţel, fixaţi la şuruburile de ancorare ale lagărelor coroanei dinţate. Bătaia admisibilă frontală şi radială 0,3—0,4 mm.

2. Verificarea angrenării în ceea ce priveşte mărimea jocurilor radiale şi laterale, este indicată în fig. 163. Jocurile radiale

[1]) După experienţa de aglomerare din Balalişk, întrebuinţarea în acest scop a cheilor mecanizate accelerează de două ori înşurubarea [M. I. Gorodeţkii. Цветные металлы, № 1 (1952)].

Scanned with OKEN Scanner

g se fixează în limitele de la 0,2—0,3 din modul, iar jocurile laterale k trebuie să fie egale cu: la un modul de 15—20 mm, 0,8—1,2 mm, iar la un modul de 25—30 mm, 1,5—2,5 mm. Diferența admisibilă între valorile g și k măsurate pe amîndouă părțile dinților este de 0,1—0,15 mm. Jocurile g și k se verifică în aceleași 6—8 puncte în care s-a determinat bătaia coroanei.

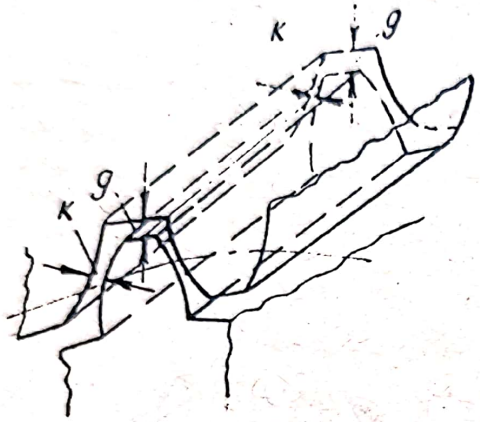


Fig. 163. Schema de măsurare a jocurilor la angrenare g și k.

3. Verificarea angrenării cu ajutorul tușării; urma atingerii trebuie să se întindă la mijlocul înălțimii dintelui pe 75% din lățimea acestuia.

Ajustajul angrenării la jocurile indicate se face printr-o mutare corespunzătoare a lagărelor arborelui de acționare.

Mecanizarea operațiilor finale de montare, adică introducerea și montarea plăcilor de blindaj și încărcarea bilelor se face prin întrebuințarea diverselor construcții de ridicare și transport, de exemplu cu ajutorul transportorului, pentru încărcarea bilelor prin gura de vizitare a tamburului, și cu trepiede cu pîrghie pentru transportarea plăcilor de blindaj în orificiile fusului gol.

Efectul economic prin întrebuințarea celor mai simple instalații de transport, în cadrul fiecărei reparații capitale atinge la transportul plăcilor o economie de 60—80 oameni-zile și la transportul bilelor 10—15 oameni-zile.

Încercarea morilor la terminarea asamblării și centrării tuturor subansamblelor și mecanismelor începe cu probarea pompei de ulei și pomparea uleiului prin instalație.

În cursul probării pompei de ulei, timp de 3—4 ore, este necesar ca în fiecare $^1/_2$—1 oră să se scoată și să se spele sita de filtrare, pînă cînd pe site va înceta apariția de particule de nisip și murdărie introduse în instalație la asamblare.

La încercarea instalației de ungere se verifică etanșeitatea acesteia și presiunea uleiului după normativele din cartea mașinii.

Apoi timp de 3—4 ore se încearcă electromotorul cu reductorul în gol (fără moară), pentru verificarea gradului de încălzire și a zgomotelor.

Încercarea în gol a morii fără bile neceesită de asemenea 3—4 ore; în afară de verificările arătate, se controlează și se eli-

Scanned with OKEN Scanner

mină vibrațiile lagărelor reductorului și grupului de antrenare, a căror amplitudine nu trebuie să depășească 0,1—0,15 mm.

Încercarea cu bile durează aproape o jumătate de schimb, iar bilele se încarcă în 4—5 reprize; durata lucrului cu fiecare treaptă de încărcare cu bile este de 15—20 min.

REPARAREA CUPTOARELOR CU TAMBUR ȘI A USCĂTOARELOR CU TAMBUR

Uscătoarele cu tambur și cuptoarele cu tambur, cu sprijinirea pe cîteva perechi de role și cu acționare periferică, se livrează de către o serie de uzine indigene într-o gamă largă de diametre și lungimi.

În funcție de destinație, tamburele se zidesc în interior cu cărămizi antiacide (cuptoare și uscătoare), se blindează sau se execută fără vreo căptușeală.

În fig. 164 este arătat un cuptor cu mai multe reazeme, de tip în contracurent.

Produsul umed intră în cuptor pe la capătul superior prin tubul de alimentare *7*, se mișcă în întîmpinarea gazelor fierbinți și se descarcă din capul fix *6* în răcitor. Gazele de ardere se evacuează prin camera *12*.

Tamburul *1* se sudează sau se nituiește din virole separate și are deseori o zonă cu un diametru mărit la capătul fierbinte.

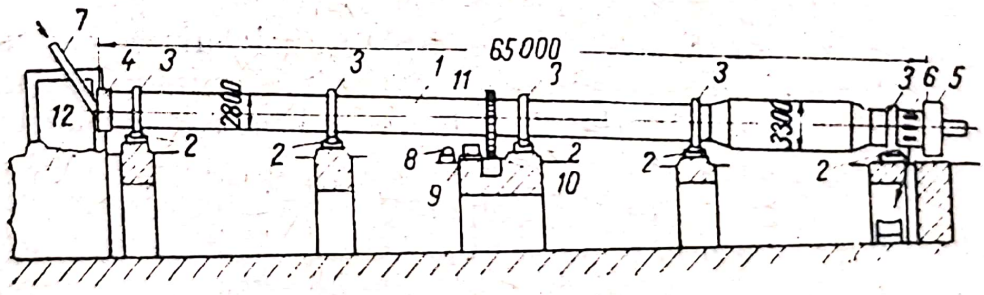


Fig. 164. Schema unui cuptor de ardere rotativ în contracurent:
1 — tambur; *2* — reazem cu role; *3* — inel; *4*, *5* — virole de etanșare finale; *6* — cap fix; *7* — tub de alimentare; *8* — electromotor; *9* — reductor; *10* — pinion; *11* — coroană dințată; *12* — cameră de praf.

Amîndouă capetele tamburului sînt prevăzute cu virole de etanșare *4*, *5*.

În nomenclatura pieselor care se uzează intră: coroanele dințate, pinioanele de antrenare, cuzineții lagărelor reazemelor cu role, rolele și bandajele.

În același timp cu uzarea pieselor enumerate, poate avea loc o deformare și cîteodată și o ardere locală a cîtorva virole din corpul tamburelor.

În *reparația curentă* se include reglarea lagărelor reazemelor cu role (înlăturarea adaosurilor), strîngerea șuruburilor coroanei dințate, verificarea liniarității axei tamburului și revizia instalației de ungere.

Acest fel de reparație se face la un interval de 1—3 luni și se execută o dată cu reparația curentă a căptușelii. Durata acesteia nu depășește 2—3 schimburi pentru tamburele de uscare și 2—3 zile pentru cuptoare.

Reparația mijlocie, efectuată la un interval de 6—12 luni, prevede un volum mult mai însemnat de lucrări, ca repararea unor virole, schimbarea parțială a încărcăturii, renituirea sau resudarea unei părți din galeți, schimbarea sau strunjirea rolelor de sprijin a cuzineților și repararea axelor lor, înlocuirea sau întoarcerea și recondiționarea pinionului de antrenare, reparația etanșărilor, reparația căptușelii tamburului și a zidăriei focarului, refacerea liniarității axei tamburului și reglarea rotirii cuptorului.

În condițiile unei bune pregătiri pentru reparații, durata de întrerupere poate fi redusă la 3—6 zile pentru uscătoare și 10—15 zile pentru cuptoare, la lucrul în 3 schimburi a brigăzilor de lucru.

Reparația capitală se face la un interval de 2—4 ani și constă în înlocuirea unor virole, înlocuirea încărcăturii galeților și a inelelor sau recondiționarea lor completă, înlocuirea sau întoarcerea și recondiționarea coroanei dințate a întregului subansamblu, a pinionului, a completului de role de sprijin, reparația capitală a căptușelii și lucrări de centrare a tamburului și a mecanismelor.

Timpul de întrerupere la reparația capitală ajunge pînă la 10—15 zile pentru uscătoare și pînă la 30—35 zile pentru cuptoare și depinde în primul rînd de metodele de executare a lucrărilor de căptușire.

Piesele principale și specifice ale agregatului de reparat sau înlocuit pentru mașinile date, sînt: virolele, inelele de rulare, rolele de sprijin, coroanele dințate, pinioanele (despre repararea ultimelor 2 piese v. pp. 284-285).

V i r o l e l e. Aceste părți principale ale corpului au o durată de serviciu practic foarte mare la aparatele de uscare, iar la cuptoare — dintr-o serie de cauze — au nevoie de o reparare periodică sau trebuie înlocuite. Se pot socoti drept cauze ale deformării sau chiar a distrugerii virolelor cuptoarelor următoarele:

Scanned with OKEN Scanner

1. Distrugerea locală a căptușelii ca urmare a dezechilibrului regimului tehnologic al cuptorului sau a calității nesatisfăcătoare a căptușelii. Dezgolirea metalului virolelor duce la încălzirea lor peste măsură și în acest fel la pierderea rigidității, formarea de umflături și apoi la arderea lui.

2. Îndoirea tamburului ca urmare a unui montaj incorect al rolelor, a uzurii lor neegale etc. Îndoirea poate duce la crearea tensiunilor de fluaj pe anumite porțiuni ale virolei, cu urmările care decurg de aici, ca: distrugerea cusăturilor sudate sau nituite, deformații permanente ale formei virolelor și alte defecte.

Controlul preventiv al corpului tamburului constă în revizia periodică a axului cuptorului cu reglarea corespunzătoare a rolelor de reazem și în ferirea corpului de supraîncălzire și coroziune.

Rezistența virolelor se mărește prin introducerea unei răciri forțate a tamburului în zonele cu cea mai înaltă temperatură. Pentru acest scop se întrebuințează stropirea porțiunilor corespunzătoare ale corpului cu apă sau suflarea cu jeturi de aer rece.

Răcirea tamburilor permite să se coboare temperatura metalului virolelor și să se excludă posibilitatea supraîncălzirii. Totodată stropirea corpului cu apă provoacă coroziuni superficiale ale virolelor, în special a cusăturilor de îmbinare.

Lupta cu coroziunea exterioară se duce prin vopsirea cu pelicule chimic rezistente sau prin metalizare cu aluminiu. Înaintea executării acoperirilor de protecție, suprafața se curăță prin sablare (viteza de curățire 8—10 m^2 pe schimb). După aceea se face vopsirea cu un strat de 0,3 mm (100 g lac pe m^2)[1]) sau metalizarea cu un strat de aluminiu de 0,2—0,3 mm, prin metoda de metalizare pe zone inelare, cu ajutorul unui aparat de metalizare portativ de model greu (productivitate circa 10 m^2 de acoperire pe schimb, cu un consum de aer de 2 m^3/min)[2]).

Repararea locală a virolelor constă în îndepărtarea porțiunilor prin tăiere oxiacetilenică și în sudarea în locul lor a peticelor îndoite în prealabil după șablon, după metodele de îmbinare redate în cap. XI.

În cazul unor degradări însemnate, virola defectă se taie în întregime și se înlocuiește cu una nouă.

---

[1]) M. F. Iurov, N. V. Vasiliev, Цемент, № 6 (1951)

[2]) T. O. Sahbazian, A. Manovian, Цемент, № 6, 7—9 (1951).

Virolele noi se fac din tablă de S_T3 și ele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

toleranță la perimetru	+ 10—15 mm
toleranță la ovalitate	+ 0,006 D (în care D este diametrul virolei)
toleranță la săgeata pe generatoare	5 mm.

Virolele se îmbină prin sudare cap la cap (la agregatele vechi) prin nituire cu o eclisă exterioară.

Fracționarea tamburului în două părți independente la schimbarea unei virole întregi complică în mod însemnat reparația și duce chiar (în cazul unor mici impreciziuni în procesul de sudură sau nituire a noii virole) la strîmbarea axului cuptorului.

La uzina de ciment din Neviansk, A. A. Nehoda și A. L. Abramov au simplificat repararea tamburului în felul următor:

Virola defectă a fost tăiată pe părți, fiecare cuprinzînd $^1/_3$ din perimetrul secțiunii. După tăierea unei treimi s-au sudat în locul ei trei întinzători din oțel U24, arătați în fig. 165. După aceea, s-a tăiat următoarea treime cu sudarea unor întinzători de același tip și în sfîrșit a treia.

În acest fel, după înlăturarea virolei defecte tamburul a continuat să rămînă legat cu nouă întinzători și axa geometrică a cuptorului nu s-a deformat. Virola nouă s-a executat sub formă de 2—3 jgheaburi, care apoi s-au montat pe carcasa formată din aceiași întinzători, s-au sudat între ele cu cusături longitudinale și cu cusături circulare de virolele învecinate.

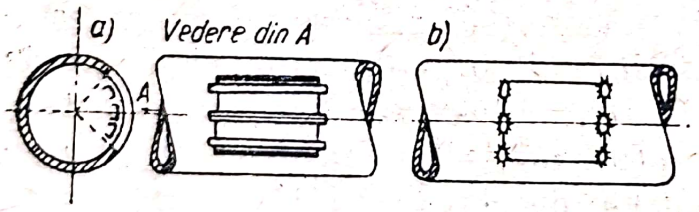


Fig. 165. Sudarea unei virole noi:
a — tăierea cu montarea întinzătorilor din oțel U;
b — sudarea virolei pe $^1/_3$ din perimetrul cu eclise rombice.

În același timp cu metoda de reparare a tamburelor arătată (prin înlocuirea virolelor defecte cu altele noi), la repararea uscătoarelor cu tambur relativ scurte, care se sprijină pe două reazeme, se întrebuințează și metoda de întoarcere a tamburului.

De exemplu, cea mai importantă degradare a uscătoarelor cu tambur pentru sodă, este micșorarea grosimii pereților capătului tamburului care este spălat de gaze de ardere fierbinți, ceea ce duce la formarea de cute și fisuri. După cum se vede în fig. 166, defectele enumerate se întind pe o porțiune de 5,5 m din lungimea totală a tamburului de 24 m. Întrucît porțiunea

mijlocie a tamburului și în special capătul de descărcare lucrează la un regim de temperatură mult mai blînd, nu se descoperă nici un fel de defecte pe pereții acestor părți. La uzinele de sodă se întrebuințează două variante de reparație capitală a tamburelor:

1) tăierea porțiunii defecte și sudarea la tambur a unui tron-

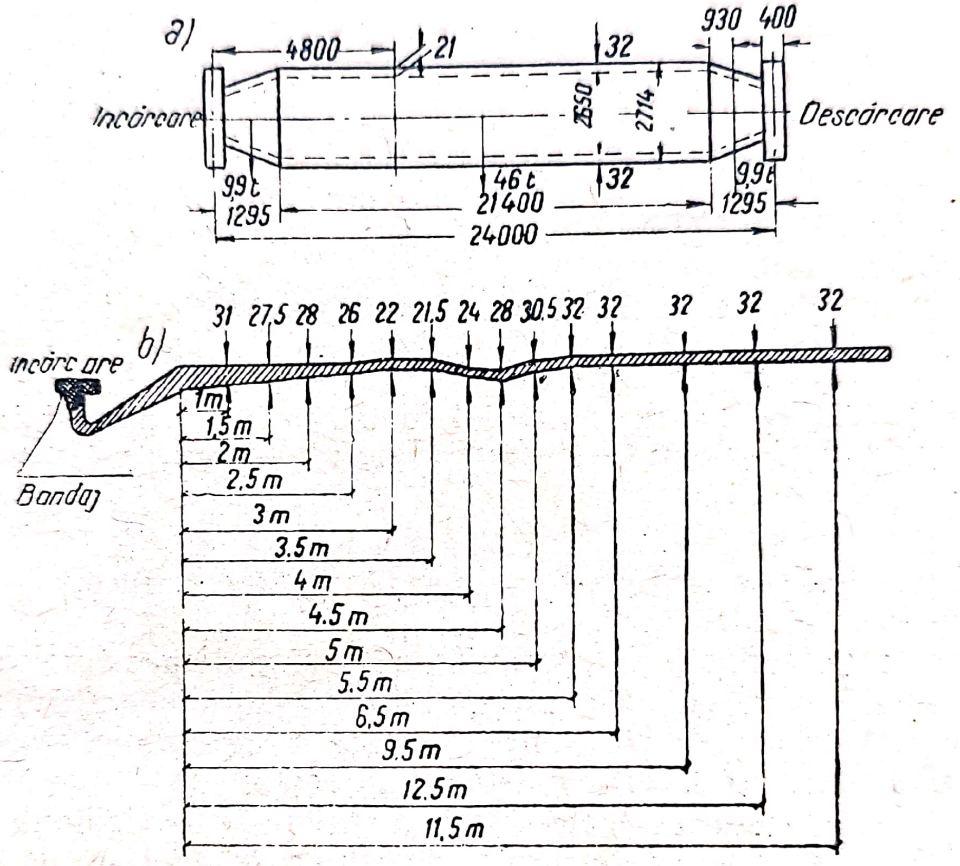


Fig. 166. Defectele la virolele capătului fierbinte al cuptorului (înaintea reparației):

a — dimensiunile tamburului; *b* — uzura tamburului după datele găuririi în prima decadă a lunii aprilie 1951.

son cilindric nou, corespunzător cu o lungime de circa 5,5 m, fără demontarea uscătorului;

2) demontarea tamburului de uscare și întoarcerea lui cu 180° (atunci cînd degradarea capătului superior se limitează la subțierea tablei și grosimea remanentă a pereților este suficientă pentru folosirea acestui capăt la partea rece).

La uzinele Slavsoda, uscătoarele se instalează la cota de aproximativ 5,6 m (axul tamburului) și se repară cu întrebuințarea variantei de întoarcere a tamburului (fig. 167). Pentru aceasta (după demontarea grupului de antrenare și a restului subansamblelor), sub tambur (cu greutatea 46 t) se introduc 2 role, se mon-

Scanned with OKEN Scanner

tează o cale de rulare provizorie la cota 3,37 m și cu ajutorul unui pod rulant se scoate prin golul în formă de fereastră. La nivelul solului se așază o a doua cale de rulare *1* coaxială cu prima, pe care se așază două vagonete mobile cu capre *2*. Cu ajutorul acestor vagonete, tamburul se aduce sub dispozitivul de întoarcere *3*, care are o putere de ridicare de 50 t, se leagă în el

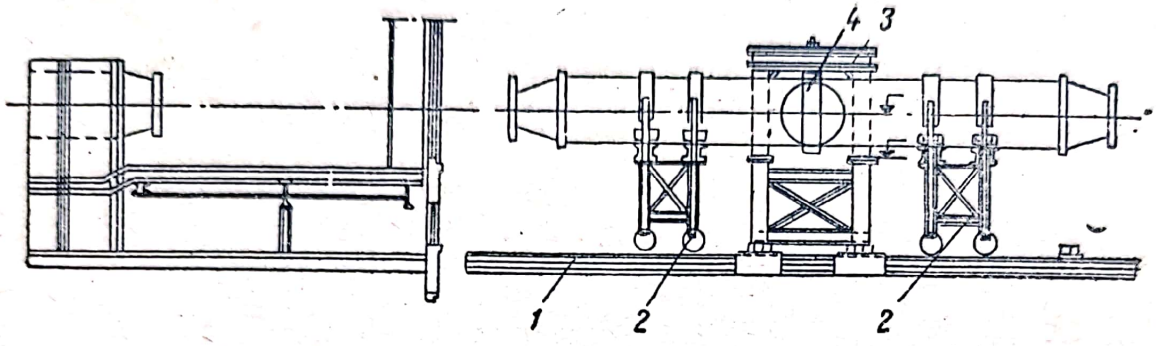


Fig. 167. Repararea cuptorului cu întoarcerea tamburului:
1 — calea a doua de rulare; *2* — vagonet cu capre; *3* — dispozitiv de întoarcere; *4* — brățară.

cu o brățară *4* și se întoarce la 180°, după care se face montarea tamburului la loc.

Greutatea construcției metalice a tuturor dispozitivelor este de circa 15 t. Greutatea tronsonului cu lungimea de 5,5 m, a cărei schimbare se evită prin varianta cu întoarcere, este pînă la 12 t. Astfel, prin existența în secție a 2—3 uscătoare, varianta dată asigură o economie de metal de la 10 (la două uscătoare) pînă la 20 t (la trei uscătoare) în cursul ciclului de reparație.

Inelele de rulare. La confecționarea inelelor din oțel turnat de calitate bună, de exemplu din oțel 50-6010 și în cazul unei montări corecte a lor în raport cu rolele de sprijin, durata de serviciu a acestor piese scumpe trece de 15—20 ani. Deformarea ivită în procesul de exploatare se înlătură la reparațiile capitale prin strunjire, cu ajutorul unui suport mobil.

În cazul cînd inelul de rulare trebuie să fie schimbat (din cauza uzurii la limită, a crăpăturilor deschise și a defectelor care nu se mai pot repara) se taie sau se desface din nituri, se scoate virola învecinată, se ridică cu vinciuri porțiunea de tambur pe care este așezat inelul de înlocuit, se desfac din nituri (sau se taie cu dalta) îmbinările galeților. După îndeplinirea acestor operații se scoate inelul uzat și în locul lui se montează cel nou și se sudează sau se nituiește virola îndepărtată temporar.

Scanned with OKEN Scanner

În multe cazuri este mai raţional să se taie inelul defect, să se îndepărteze în bucăţi şi după aceea să se monteze cel nou compus din 2—3 segmenţi, sudarea ulterioară a acestor segmenţi neprovocînd nici o greutate.

Rolele de sprijin. Rolele se toarnă din oţel (de exemplu din oţel 35-5145) cu 40—60 unităţi *HB* mai puţin dur ca bandajele, se prelucrează pe suprafaţa de lucru după clasa a 5-a de precizie şi se aşază pe ax prin presare la rece sau la cald (fig. 168).

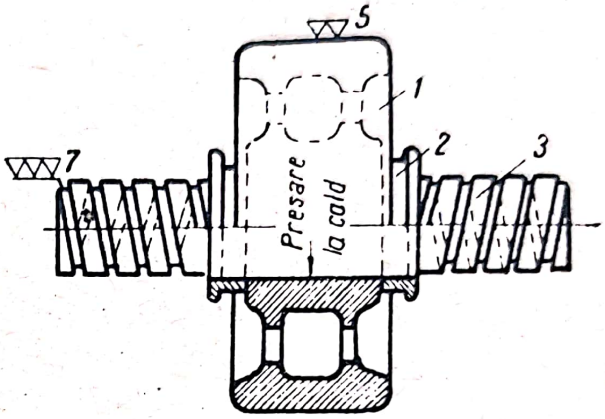


Fig. 168. Rola lagărului de sprijin:
1 — rolă; *2* — inel; *3* — axul cu şanţuri în spirală pentru ungere.

Axele se confecţionează din semifabricatele forjate din oţel cu un conţinut mediu de carbon. Lagărele rolelor de sprijin se confecţionează cu reglare independentă, cu jumătatea inferioară a cuzinetului din bronz sau fontă.

Duratele de exploatare ale pieselor principale de schimb care fac parte din subansamblul rolelor de sprijin sînt diferite: axele pot lucra fără schimbare 5 ani şi chiar mai mult, cuzineţii lagărelor se schimbă sau se repară după $1—1^1/_2$ ani, rolele se strunjesc periodic pentru înlăturarea urmelor uzurii neuniforme şi se înlocuiesc cu role noi la micşorarea diametrului pînă la 80% din dimensiunea nominală; în acest caz se înlocueşte complet rola cu axul.

În scopul scăderii consumului de piese de rezervă, trebuie recomandată recondiţionarea pieselor subansamblului examinat prin mijloacele: încărcarea prin sudare a cuzineţilor cu bronz cu mijloacele expuse în cap. III, metalizarea axelor cu oţel cu conţinut ridicat de carbon U7—U8, încărcarea suprafeţei de lucru a rolelor cu electrozi din oţel de mărci rezistente la uzură sau cu sormait (ŢS-2) etc.

Pe această cale se poate ajunge la o întrebuinţare pe o perioadă de două sau trei ori mai mare a pieselor lagărului cu role cu costuri relativ mici.

Montarea şi revizia cuptoarelor de tip tambur. Asamblarea cuptoarelor în procesul de reparare constă în montarea rolelor de sprijin reparate sau schimbate ale virolelor, a inelelor, a coroanei dinţate şi a grupului de antrenare.

Scanned with OKEN Scanner

După montarea prealabilă a tuturor subansamblelor se face verificarea liniarității axului tamburului și reglarea rotirii lui în scopul:

a) așezării în poziție corectă reciprocă a inelelor de rulare și a rolelor față de axul tamburului;

b) asigurării liniarității axei tamburului în plan orizontal și vertical (toleranța admisă 0,1 mm/m).

c) fixării unghiului de înclinare dat al tamburului;

d) sprijinirii uniforme a tamburului pe toate rolele;

e) asigurării paralelismului axelor rolelor de sprijin cu axul geometric al tamburului și al inelelor pentru evitarea alunecării tamburului;

f) respectării jocurilor normale la angrenajul de antrenare.

Verificarea așezării reciproce a inelelor și a rolelor în lungul axei tamburului urmărește asigurarea coincidenței planurilor mediane ale inelelor cu planurile mediane ale rolelor în stare de funcționare, adică în cazul stării fierbinți a tamburului.

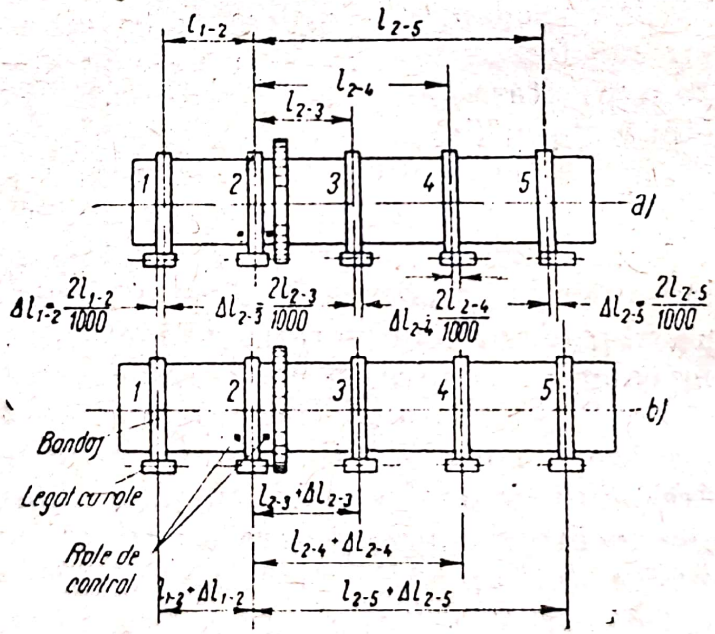


Fig. 169. Așezarea reciprocă a inelelor de rulare și rolelor de sprijin ale cuptorului în stare rece și caldă:
a — cuptorul cald; *b* — cuptorul rece.

Centrul inelului cel mai apropiat de coroana dințată se fixează în așa fel, ca el să coincidă cu planul median al rolelor în stare rece. Acestea fiind role de limitare, așezarea nu se va strica nici la încălzirea virolei tamburului. Restul rolelor de reazem se montează în stare rece, cu deplasarea planului median față de centrul inelelor corespunzătoare, socotind 2—2,5 mm pe fiecare metru distanță de la reazemul de antrenare (fig. 169).

Verificarea liniarității axului tamburului în plan orizontal se face prin măsurarea diametrelor inelelor și a distanței de la inel pînă la coardă (întinsă în lungul axului), peste toate reazemele (fig. 170).

Coarda se întinde în așa fel ca suma distanței $\frac{D_1}{2} + a_1$ să fie

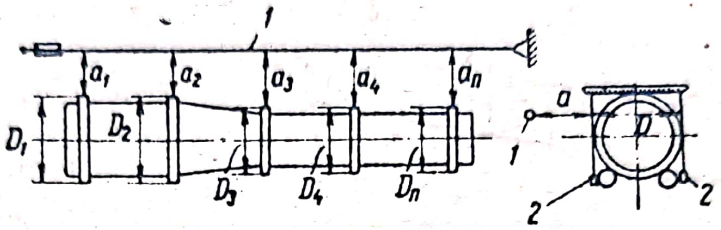


Fig. 170. Verificarea tamburului în plan orizontal cu sîrmă întinsă:
1 — coardă; *2* — fir cu plumb.

egală cu suma distanței $\frac{D_n}{2} + a_n$, primul și ultimul reazem (al n-lea) socotindu-se de bază.

Măsurînd apoi distanțele în dreptul reazemelor intermediare $\frac{D_i}{2} + a_i$ se calculează pentru fiecare reazem diferența:

$$x_i = \left(\frac{D_1}{2} + a_1\right) - \left(\frac{D_i}{2} + a_i\right).$$

Pentru asigurarea liniarității axei, toate diferențele x_i trebuie să fie aduse la zero printr-o așezare corespunzătoare a rolelor de sprijin sub bandajele intermediare. Dacă deplasarea Δ a reazemului care este dispus lîngă coroana dințată de acționare se determină mai mare, atunci pentru evitarea greutăților la centrarea acționării se redistribuie toate deplasările x_c, în așa fel, încît să se micșoreze deplasările Δ pe reazemul i, a coroanei dințate de acționare, pe seama unei deplasări oarecare a celor două reazeme de capăt (de bază).

Verificarea liniarității axului cuptorului în plan vertical se face de obicei în funcție de linia ajutătoare orizontală sau înclinată, materializată prin coardă.

O astfel de linie ajutătoare poate fi linia razei luminoase, linia de vizare a aparatului de nivelment sau a teodolitului sau linia care unește suprafețele axei în nivelă dispuse pe reazeme.

De la această linie ajutătoare se măsoară în dreptul fiecărui reazem distanța pînă la punctul superior al inelelor și după aceea, pornind de la dimensiunile constructive ale cuptorului și ale pieselor lui, se determină coordonatele reale ale centrelor

inelelor care în cazul existenței coaxialității trebuie să fie pe aceeași dreaptă (linia înclinației date). Abaterile calculate ale centrelor inelelor de la poziția dată, pe fiecare reazem, se corectează prin deplasarea lagărelor cu role pe batiul lor, spre centru sau de la centru în funcție de semnul abaterii. Pentru lămurirea metodicei de centrare descrise, să studiem verificarea cuptorului în plan vertical cu ajutorul orizontalei ajutătoare determinată cu nivela.

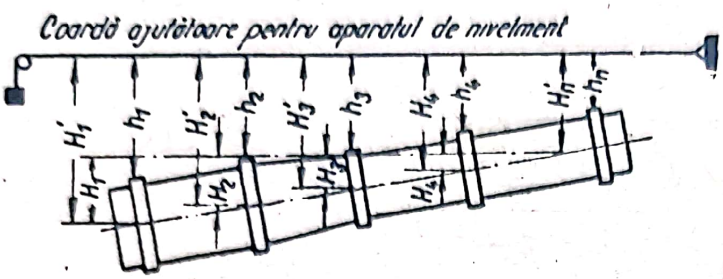


Fig. 171. Verificarea tamburului după orizontala ajutătoare în plan vertical.

1. În dreptul fiecărui reazem se măsoară cu ajutorul mirei nivelei segmentele de la coarda orizontală pînă la partea superioară a inelelor h_i după fig. 171 și se calculează suma dimensiunilor:

$$H_i' = h_i + \frac{D_i}{2},$$

2. Din formula lui H_i' se obține mărimea

$$H_n' = h_n + \frac{D_n}{2},$$

corespunzătoare ultimului reazem (superior) și se determină pentru toate reazemele valoarea:

$$H_i = H_i' - H_n'.$$

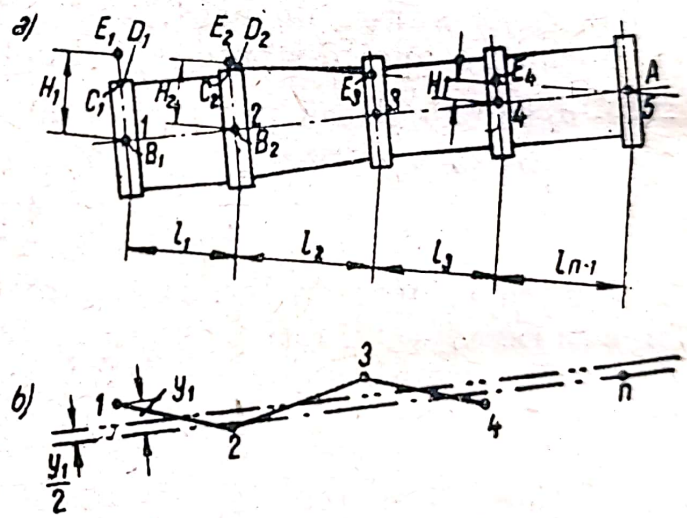


Fig. 172. Verificarea pe verticală a tamburului:
a — determinarea segmenților H din asemănarea figurilor AB_iE_i; *b* — schema așezării tamburului pe reazeme după datele verificării pe verticală.

În acest fel se obține linia orizontală ajutătoare $A - D_1$ (fig. 172).

3. Se aleg ca bază reazemul al n-lea (cel superior) și reazemul din apropierea coroanei dințate de acționare, de exemplu al treilea. Se măsoară distanța dintre reazeme pe orizontala l_i și schimbînd liniile frînte $B_1C_1D_1$ cu dreptele B_1E_1, se calculează cu oarecare aproximație din asemănarea triunghiurilor AB_1E_1

valoarea catetelor B_1E_1, exprimate prin mărimea B_3E_3, pe reazemul de bază *3*. În acest caz dimensiunea de bază B_3E_3 devine egală cu dimensiunea H_3 calculată conform punctelor 1 și 2 pentru reazemul *3*.

Pentru oricare alt reazem, pentru liniaritatea axului segmentele $B_i\ E_i$ trebuie să fie:

$$B_iE_i = H_3 \frac{\sum_3^i l}{\sum_n^n l}.$$

Pe de altă parte, fiecare segment B_iE_i trebuie să fie egal cu H_i și numai diferența $y_i = \pm (H_i - B_iE_i)$ reprezintă abaterile de la liniaritatea axului cuptorului pe fiecare reazem, care trebuie cercetate prin deplasarea rolelor.

La verificarea tamburului rece în plan vertical, trebuie luată în considerație excentricitatea reală a așezării inelului pe galeți, rezultată în urma jocului $b = 3...5$, lăsat pentru compensarea dilatării termice a tamburului.

Pentru aceasta, în valoarea corecției verticale calculate se introduce corecția $\frac{b}{2} = 1{,}5 \ldots 2{,}5$ mm. La deplasarea în jos această corecție se scade, iar la mișcarea în sus se adună cu deplasarea calculată y_i.

Deplasarea totală a fiecărui reazem este egală cu suma geometrică a deplasărilor corespunzătoare x_i și y_i.

Prin metoda descrisă se rezolvă cu oarecare aproximație primele patru probleme ale centrării.

În cazul dat, reazemul din apropierea coroanei dințate capătă o oarecare deplasare. De aceea este necesară efectuarea unei verificări finale a angrenării coroanei dințate și a pinionului prin metodele arătate în capitolul anterior.

La pornirea cuptorului revizuit ies la iveală și se repară o serie de erori.

Deplasarea tamburului în jos va avea loc dacă frecarea inelelor pe role în direcția axului va fi mai mică decît componenta greutății tamburului $G \sin \alpha$ (în care G este greutatea tamburului cu căptușeala, α—unghiul de înclinare). Mișcarea tamburului în sus se produce în cazul unei devieri însemnate ale unor role de la paralelismul lor cu axul tamburului. Prin reglarea după reparație, dacă verificarea s-a făcut corect nu trebuie să se producă mișcarea tamburului în lungul axului.

Scanned with OKEN Scanner

În timpul exploatării un astfel de fenomen se produce din cauza acțiunii termice, a uzurii neuniforme a rolelor și a altor cauze. În aceste cazuri, fără oprirea cuptorului pentru verificare, pentru prevenirea alunecării tamburului se întrebuințează metoda de așezare neparalelă intenționată a celor două role dintr-un singur reazem (cel mai încărcat).

CAPITOLUL VIII

REPARAREA CONCASOARELOR

INTRODUCERE

Mașinile de concasat și măcinat au o largă întrebuințare în uzinele chimice atît pentru concasarea și fărîmițarea materiei prime, cît și pentru măcinarea produselor obținute.

Ceea ce este comun din punct de vedere al tehnologiei reparării la mașinile de concasat, se limitează, datorită diversității tipurilor și modelelor, la asemănarea proceselor de recondiționare a pieselor de zdrobire și de protecție, a fălcilor, blindajului, ciocanelor, bolțurilor, bandajelor etc., care la toate mașinile din această grupă lucrează în condițiile frecării uscate abrazive și a șocurilor.

În ceea ce urmează ne vom limita la examinarea tehnologiei reparării a două tipuri de mașini de concasat, și anume, a concasoarelor cu fălci și a morilor cu ciocane. Tehnologia de reparare a morilor cu bile este expusă în capitolul anterior, la mașini cu tambur rotativ.

REPARAREA CONCASOARELOR CU FĂLCI

În concasorul cu fălci de tip mijlociu, prezentat în fig. 173, sfărîmarea bucăților de rocă, încărcate în gura de alimentare formată de fălcile (plăcile blindate) *21* și *22* se efectuează datorită basculării fălcii mobile *21* împreună cu placa 20, în jurul axului *4*. Spațiul dintre fălci este închis lateral cu plăcile blindate *1* și *2*, construite din bucăți. Bascularea este imprimată plăcii *20* printr-un dispozitiv de acționare, care se compune din roțile de transmisie *9*, *10*, arborele excentric *12*, biela *13* cu capac *11*, piesele de ghidaj *19* și plăcile de distanțare *17* și *18*. Strîngerea acestor plăci între piesele de fixare *19*, fixate pe biela *13*, falca mobilă *20* și pana *16* se asigură prin încordarea arcului *14* cu aju-

Scanned with OKEN Scanner

torul tirantului *15*. Biela este suspendată de capul său superior demontabil pe arborele excentric, avînd cuzineţii montaţi din două jumătăţi *7* şi *8*. Arborele stă în cuzineţii *6* ai celor două lagăre din pereţii batiului.

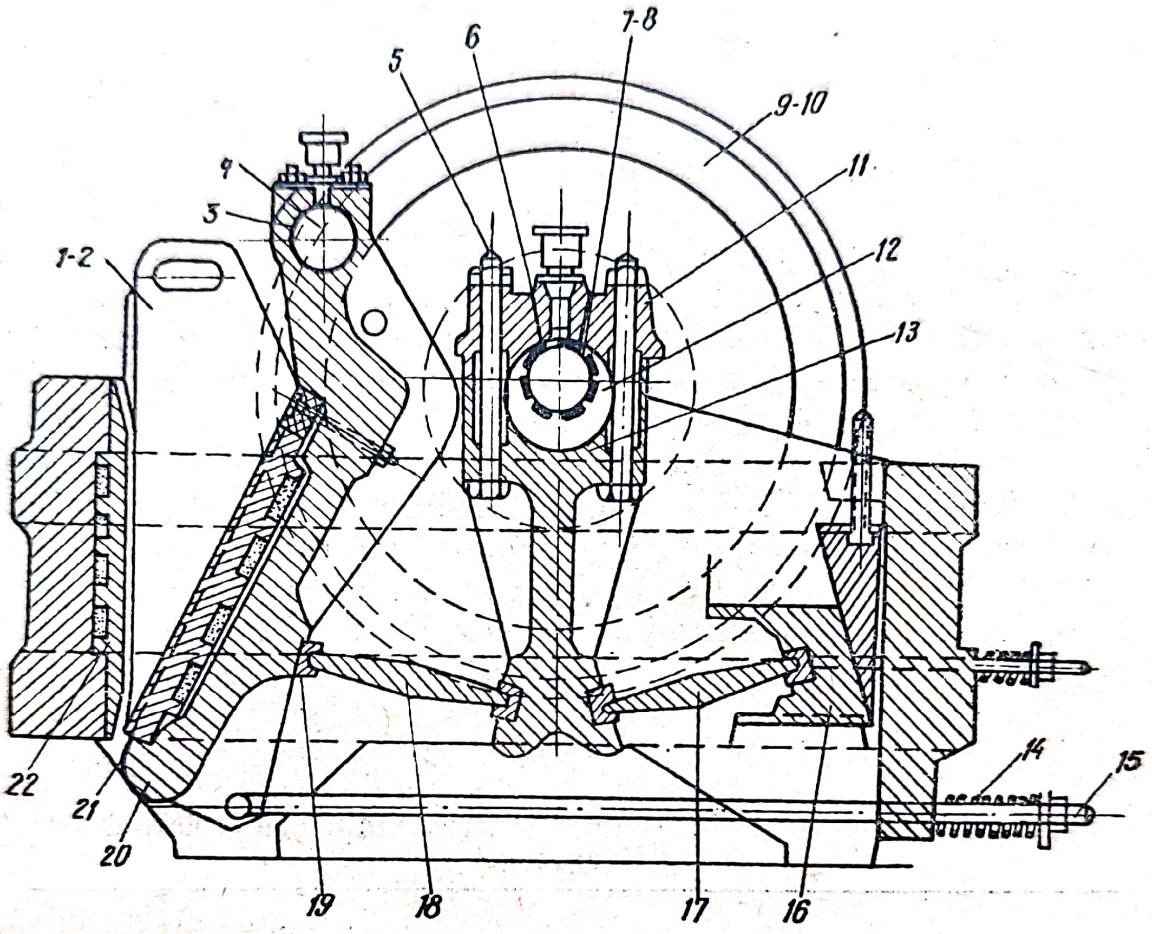


Fig. 173. Concasor cu fălci:

1, *2* — plăci blindate; *3* — bucşă; *4* — ax; *5* — prezon de bielă; *6* — cuzineţii lagărelor paliere; *7*, *8* — cuzineţi; *9*, *10* — roţi de transmisie; *11* — capac de bielă; *12* — arbore excentric; *13* — bielă; *14* — arc; *15* — tiranţi; *16* — pană; *17*, *18* — plăc de distanţare; *19* — piesă de ghidaj; *20* — placă; *21*, *22* — fălci.

În timpul exploatării se uzează şi necesită înlocuire sau reconditionare periodică următoarele piese:

1. Fălcile (plăcile), mobilă şi fixă
2. Plăcile laterale blindate, dreapta şi stînga, din bucăţi } Socuri şi uzură prin frecare de către rocă
3. Arcul, datorită scăderii elasticităţii sau a fisurării
4. Bucşa *3* şi axul *4* al fălcii mobile } Uzură în condiţiile funcţionării cu ungere
5. Cuzineţii lagărelor paliere *6*
6. Arborele excentric *22*
7. Bucşele bielei *7*, *8*
8. Prezoanele bielei *5*—tracţiune
9. Tirantul *15* — tracţiune

Scanned with OKEN Scanner

10. Piesele de ghidaj *19* — uzura locaşurilor pentru capetele plăcilor de distanţare
11. Plăcile de distanţare *17* şi *18* — uzura capetelor şi ruperea în cazul cînd în gura de alimentare nimeresc obiecte străine metalice.

Cea mai scurtă durată de funcţionare o au plăcile blindate (principale şi laterale), piesele de fixare şi plăcile de distanţare, iar cea mai lungă, arborele excentric, axul fălcii mobile şi tirantul.

Influenţa rezistenţei la concasare a produselor care se prelucrează asupra uzurii acestor piese este prezentată în tabela 20.

Reparaţia curentă se efectuează după 500 — 1 000 ore de funcţionare, în primul rînd pentru înlocuirea blindajelor) a fălcii mobile, fixe şi a plăcilor laterale). Fusurile arborelui excentric se curăţă, cuzineţii se strîng şi se şăbăruiesc. Durata opririi pentru reparaţie, în cazul întrebuinţării cărucioarelor cu macara pentru transportul şi înlocuirea plăcilor, este egală cu 4—5 ore.

Reparaţia mijlocie se efectuează după o funcţionare de 3 000 —4 000 ore; în plus faţă de reparaţia curentă se strunjesc fusurile arborelui excentric, se toarnă din nou sau se înlocuiesc cuzineţii şi se schimbă bucşele axului de basculare a plăcii. Oprirea pentru reparaţie, în funcţie de tipul maşinii, variază între 2—4 zile.

Tabela 20

Durata de funcţionare (în ore) pînă la uzura limită sau la degradarea integrităţii

Denumirea pieselor	Rocă moale (σ = 1 200 kgf/cm²)	Rocă medie (σ = 1 200 ... ... 1 400 kgf/cm²)	Rocă tare (σ = 2 400 ... ... 4 000 kgf/cm²)
Fălci din oţel cu 12—14% Mn	5 000	2 300	600
Fălci din oţel cu 5% Mn	1 400	600	270
Fălci din oţel carbon turnat	2 500	1 000	260
Fălci din fontă albă	1 000	370	140
Fălci din fontă obişnuită	340	75	—
Plăci de distanţare din fontă albă ..	2 250	1 900	1 000
Arbore excentric (St. 5)	4 600	3 400	2 700

Reparaţia capitală se efectuează după o funcţionare de 10 000 —17 000 ore şi include, peste volumul reparaţiei mijlocii înlocuirea (sau recondiţionarea) fusurilor arborelui excentric şi a axului de basculare, repararea părţilor batiului (sudarea fisurilor etc.) şi schimbarea tirantului cu arc. Oprirea pentru reparaţia capitală se normează la 5 — 8 zile.

Scanned with OKEN Scanner

Volumul de lucru al reparațiilor, în cazul caracteristicilor medii indicate mai sus, este redat informativ în tabela 21.

Tabela 21

Categoria reparației	om-ore în total	Din care	
		lucrări de lăcătușerie, om-ore	lucrări pe mașini-unelte, om-ore
Curentă	35—45	30—40	3—4
Mijlocie	55—65	45—50	8—12
Capitală	80—100	60—80	15—20

Observație. Datele se referă la concasoarele de tip mijlociu, cu dimensiunile gurii de alimentare 600 × 350.

Ciclul de reparație are următoarea formulă:

K — C — C — C — C — M — C — C — C — C — M — C — C — — C — C — K

←— (10 000 — 17 000 ore) —→

La repararea pieselor concasoarelor cu fălci se întrebuințează diferite metode de recondiționare și se introduc cu succes unii înlocuitori ai metalelor neferoase.

Practica unei serii de întreprinderi a demonstrat că bucșele volantului și ale axului de basculare a plăcii mobile pot fi executate din diferite tipuri de fontă antifricțiune, iar cuzineții lagărelor și ale capului bielei se pot returna din aliajul ȚAM 10-5. Piesele de ghidaj, a căror suprafețe de contact cu plăcile de distanțare lucrează în condițiile frecării uscate, trebuie turnate din oțel, din fontă perlitică modificată sau din fonte aliate de tip austenitic. Fusurile arborilor excentrici se încarcă prin sudare sau se metalizează cu oțel, iar plăcile de blindaj se încarcă prin sudură cu aliaje dure.

O rezistență bună la uzură au fusurile din oțel aliat cu conținut ridicat de mangan (13—15% Mn). Însă costul ridicat al acestor piese turnate și greutățile relative de plasare a acestor comenzi fac deosebit de rațională folosirea stalinitului pentru încărcarea prin sudare a nervurilor fălcilor, care în acest caz se toarnă din fontă compactă obișnuită. Tehnologia de încărcare prin sudare a plăcilor se compune din următoarele operații:

I. Curățirea pînă la luciu metalic. Dacă fălcile s-au mai încărcat mai înainte prin sudare cu stalinit, rămășițele stratului uzat se îndepărtează prin topire, cu arcul unui electrod de cărbune, cu intensitatea mărită a curentului (I = 260 ... 300 A).

II. Încărcarea prin sudare în poziție orizontală, în mod consecutiv cu un strat de oțel (cu un electrod de diametru 3— 4 mm, cu înveliș gros) și 2 — 3 straturi de combinate cu stalinit (fig. 174).

Încărcarea se conduce sărind peste cîte 1 — 2 nervuri pentru a evita supraîncălzirea locală.

III. Înărcarea prin sudare în două poziții înclinate se realizează consecutiv cu straturi combinate cu stalinit și cu straturi

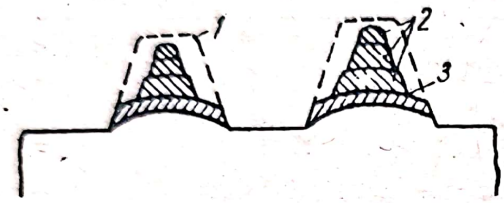


Fig. 174. Recondiționarea fălcilor concasorului (operația II — încărcarea miezului dintelui):
1 — profilul dintelui; *2* — încărcare cu straturi combinate; *3* — încărcare cu oțel.

Fig. 175. Recondiționarea fălcilor concasorului (operația III — încărcarea suprafețelor laterale ale dintelui):
1 — stalinit; *2* — strat combinat.

din stalinit curat, cu ajutorul unui electrod de cărbune de diametru 12—15 mm (intensitatea curentului 150 — 180 A), v. fig. 175.

Pentru formarea straturilor combinate ținînd seama de condițiile obișnuite ale uzurii, se recomandă raportul: 300 — 350 g de încărcătură de stalinit la 1 kg de electrod din oțel, ceea ce corespunde unei înălțimi de 3—3,5 mm a încărcăturii, unui diametru de 5 mm al electrodului și unei grosimi de 4,5—5 mm a stratului obținut.

IV. Încărcarea prin sudare a vîrfulúi nervurii (fig. 176) în poziție oizontală se efectuează cu un electrod metalic de 3 mm diametru.

Pentru încărcarea prin sudare a unei fălci de oțel de dimensiuni 500 × 300 se consumă în total 15 — 16 kg de stalinit și electrozi de oțel, din care 4,5 — 6,5 kg stalinit (în funcție de raportul ales pentru sudarea straturilor combinate). Durata totală a încărcării prin sudare, conform datelor din uzină, reprezintă 12 ore-om pentru un muncitor de categoria V-a.

Cel mai simplu dispozitiv de rotire, care se folosește la încărcarea prin sudare a plăcilor zimțuite, este arătat în fig. 177. Pe

Scanned with OKEN Scanner

rama rotativă a acestui dispozitiv se așază simultan două plăci, se fixează cu șuruburi laterale și se încarcă în poziție orizontală, iar apoi și în două poziții înclinate, cu straturi de oțel combinat și de stalinit.

Menționăm de asemenea varianta de recondiționare a fălcilor prin încărcare cu sudură din electrozi de oțel, în înveliș gros (de exemplu ȚM-7) umpluți cu un adaos, elaborat de către NII Stroimaș. Vergeaua pentru sudură reprezintă o bandă de oțel cu

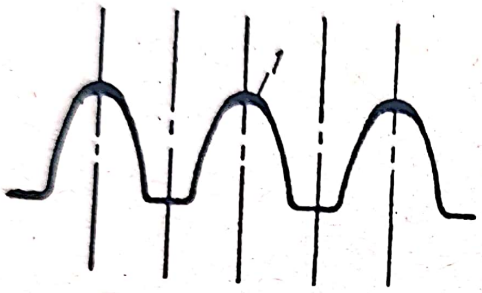


Fig. 176. Recondiționarea fălcilor concasorului (operația IV — încărcarea vîrfului dintelui):
1 — încărcare cu oțel sau cu strat combinat.

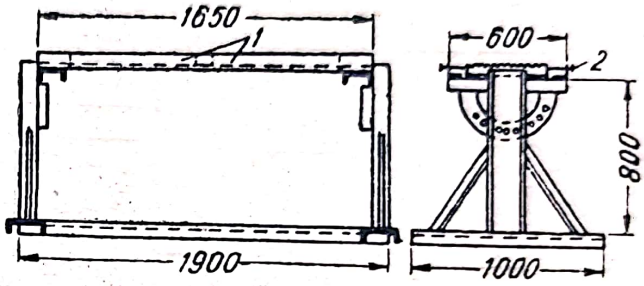


Fig. 177. Dispozitiv pentru încărcare prin sudarea a două fălci (masă rotativă):
1 — plăci (fălci); *2* — șurub de strîngere.

o secțiune în formă de jgheab, umplută cu pastă de feromangan.

Încărcarea fălcilor după această variantă se realizează pe porțiuni separate prin împrăștiere, cu un singur strat, în poziția orizontală a plăcii. Înălțimea stratului depus poate fi reglată între 5—50 mm, lățimea, de la 15 — 30 mm, iar, pentru a preveni scurgerea metalului lichid, între nervuri se așază bare din grafit 8—10 mm diametru. Avantajul substanțial al metodei descrise de încărcare prin sudare cu adaos constă în:

1. Productivitate ridicată, deoarece coeficientul de depunere se mărește de 2 ori față de încărcarea cu un singur electrod și ajunge pînă la 25 g/Ah.

2. Posibilitatea de reglare a compoziției stratului sudat (Mn de la 15 la 22%, C de la 1,5 la 2,5%) și a rezistenței sale la uzură.

Demontarea și asamblarea pentru reparare a concasoarelor cu fălci nu trebuie explicate în mod special, datorită simplității construcției acestor mașini. Asamblarea unei mașini reprezentate în fig. 173, demontate pentru reparație capitală, este redată de schema din fig. 178.

Scanned with OKEN Scanner

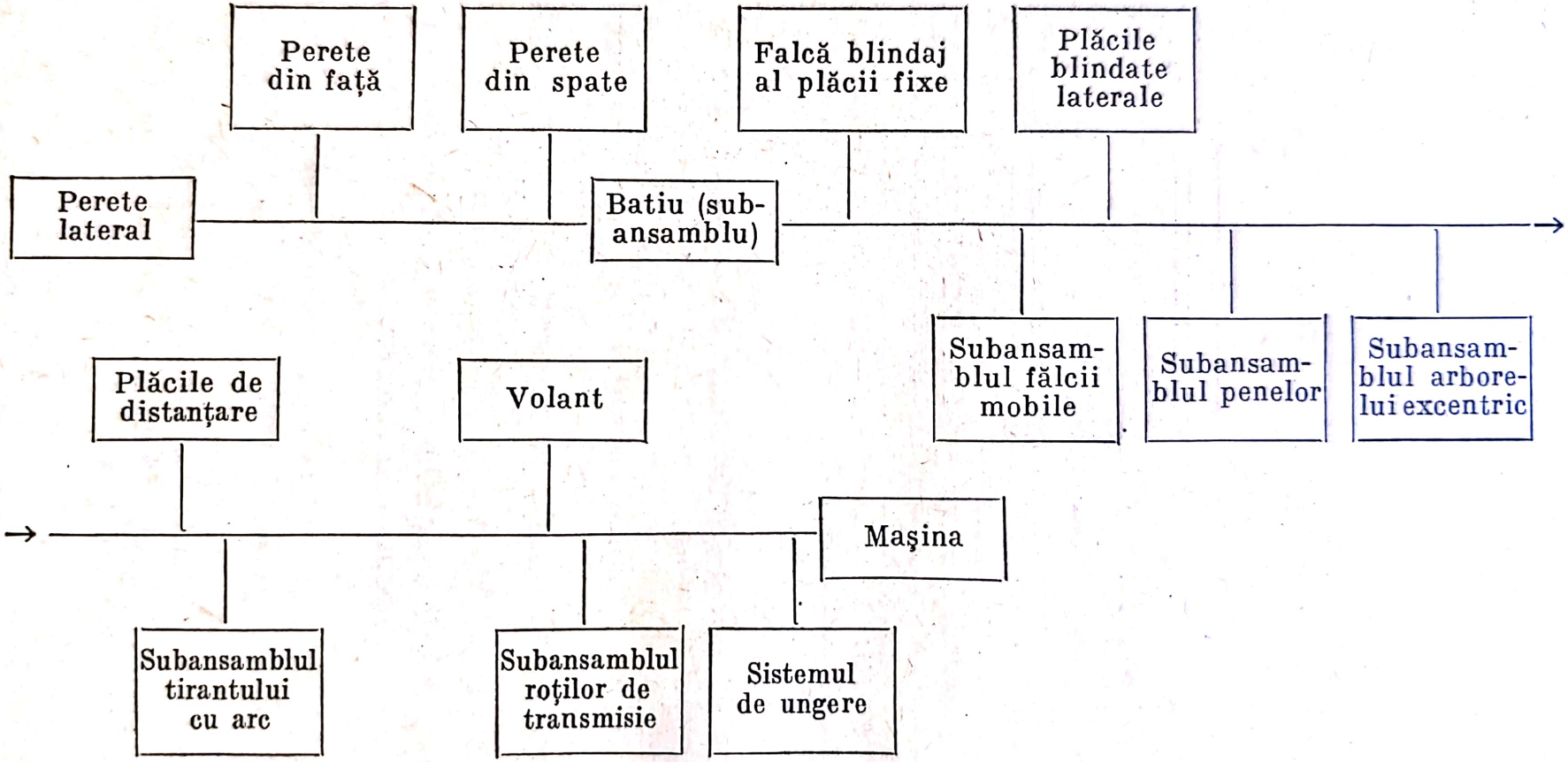


Fig. 178. Schema de demontare și asamblare a concasorului cu fălci (după fig. 173)

Morile cu ciocane sînt printre cele mai răspîndite mașini de concasat în industria chimică. Construcția unei mori simple, cu ciocane cu un singur rotor și un singur rînd de ciocane, este arătat în fig. 179.

Materia primă intră prin gura de alimentare *1* peste rotorul care se învîrte, este antrenată de ciocanele rotorului *2* și se lovește de plăcile laterale blindate *3*; bucățile aruncate înapoi după lovirea blindajului cad din nou pe ciocane, sînt din nou aruncate pe muchiile blindajului și în sfîrșit, produsul sfărîmat iese printre barele de grătar, așezate sub rotor. În cazul montării la ieșirea unui grătar cu bare, la acțiunea de șoc a ciocanelor, se mai adaugă acțiunea de frecare a barelor. În construcția descrisă carcasa sudată este divizată în plan orizontal, iar pentru schimbarea ciocanelor trebuie demontată jumătatea superioară a carcasei.

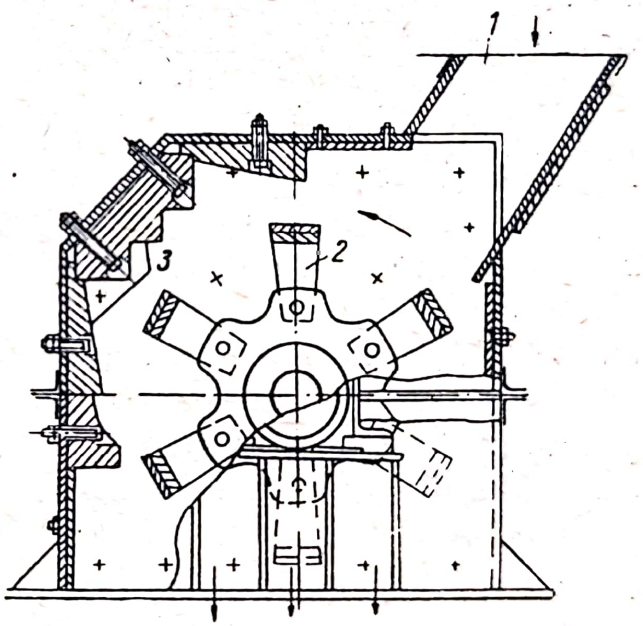


Fig. 179. Moară cu ciocane cu un singur rotor:
1 — gură de alimentare; *2* — ciocanele rotorului; *3* — blindajul carcasei.

Într-o serie de alte construcții plăcile de fontă ale carcasei au un orificiu frontal, care se închide cu capac. În acest caz rotorul cu un singur rînd de ciocane este fixat pe arbore în consolă și, prin capacul frontal deschis al carcasei, poate fi scos în întregime pentru reparație sau pentru înlocuirea ciocanelor (așaziselor „bătătoare"). Construcția morilor cu ciocane cu două rotoare este ceva mai complicată.

Introducerea materialului la periferia cercului de rotație a ciocanelor în morile cu două rotoare nu permite folosirea energiei cinetice de rotație a rotorului pentru transportarea în continuare a materialului sfărîmat în stare de suspensie.

Această problemă se rezolvă într-un tip special de mori cu ciocane, în care materialul se aspiră în orificiul interior al rotorului și este refulat într-un ștuț așezat la periferie.

Scanned with OKEN Scanner

Din punct de vedere al volumului reparației, toate morile cu ciocane se caracterizează printr-o uzură intensă a ciocanelor, a suporților ciocanelor, a bolțurilor pentru fixarea ciocanelor, a discurilor rotorului, a plăcilor de blindaj, a barelor de grătar și a arborelui sau a bucșelor sale de protecție. Cea mai scurtă durată de funcționare a ciocanelor se reduce uneori la cîteva zeci de ore. Astfel, *reparația curentă* este determinată de către durata de funcționare a ciocanelor. Intervalul dintre două reparații curente variază între 200 și 800 ore. Schimbarea ciocanelor și strîngerea șuruburilor de fixare a plăcilor de blindaj, care se efectuează cu această ocazie, durează $^1/_2$ — 1 schimb cu un consum de pînă la 10 ore-om.

Reparația mijlocie se face după 4 000 — 6 000 ore și constă în schimbarea ciocanelor și a bolțurilor lor, înlocuirea unei părți a plăcilor de blindaj și a barelor de grătar și strîngerea lagărelor. Oprirea pentru reparația mijlocie durează pînă la 5—8 zile (pentru tipuri mari) la un volum de muncă de 30 — 50 ore-om.

La *reparația capitală* este indicat a se înlocui întregul rotor asamblat și tot completul de blindaj. Această categorie de reparație se efectuează după 8 000 — 12 000 ore, cu oprire pînă la 10 zile și un consum de manoperă de 60 — 100 ore-om.

Ciclul de reparație a morilor cu ciocane coincide în general cu ciclul de reparație a concasoarelor cu fălci.

Datele medii prezentate (după normele departamentale) asupra opririlor pentru reparații nu sînt definitive. Experiența serviciilor de reparații a centralelor electrice, unde tipuri mari de astfel de mori se întrebuințează pentru producerea prafului, arată posibilitatea de reducere importantă a opririlor, în cazul aplicării unor dispozitive de demontare simple dar eficace. Astfel, de exemplu, înlocuirea completă a ciocanelor împreună cu echilibrarea discului (de diametru pînă la 1 m) durează 3 ore, dacă se întrebuințează o fretă specială de reparație pe arborele rotorului pentru ușurarea demontării discului.

Aplicarea (la reparație capitală) a metodei de înlocuire a rotorului cu un subansamblu de rezervă complet de același gen, permite de asemenea să se reducă în mod simțitor durata opririi.

Uzura pieselor acestui tip de moară este destul de amănunțit lămurită în literatura de specialitate. Lucrările de cercetare și

Scanned with OKEN Scanner

observaţiile practice [1]) confirmă necesitatea de a aplica încărcarea prin sudare cu aliaje rezistente la uzură a unor piese de bază care se uzează, ca ciocanele, plăcile de blindaj şi barele de grătar, nu numai pentru recondiţionarea pieselor uzate, dar şi pentru mărirea capacităţii de lucru a pieselor noi de schimb.

Ciocanele morilor se uzează pe tot perimetrul lor, iar înălţimea ciocanelor se reduce datorită uzurii aproape cu o treime (fig. 180).

Ca material pentru confecţionarea ciocanelor s-au experimentat[2]) oţel manganos de tip G-13, oţel cu conţinut redus de carbon, oţel crom 40H călit şi normalizat, fontă albă turnată în cochilii.

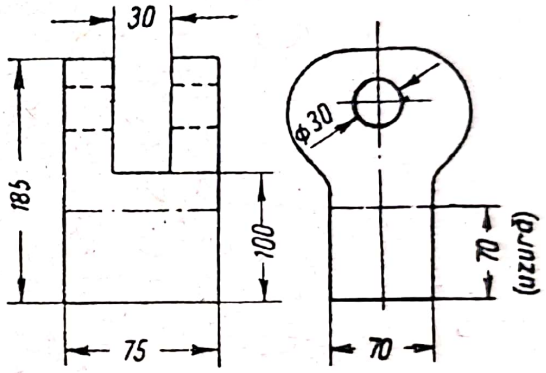


Fig. 180. Uzura ciocanelor morii cu ciocane.

Încercările cu ciocanele pentru concasarea cărbunilor au arătat funcţionarea nesatisfăcătoare din fontă, datorită fragilităţii lor şi a uzurii pînă la 36 g/t de cărbune, de asemenea şi a ciocanelor din oţel cu conţinut redus de carbon, neprotejate cu straturi dure (uzura pînă la 116 g/t de cărbune). O durabilitate mai satisfăcătoare a fost găsită la funcţionarea ciocanelor din oţel G-13 (de la 800 pînă la 3 000 ore). Rezultate bune au arătat ciocanele executate din oţel 40H cu o duritate (după tratamentul termic) de $HB = 300$.

Încărcarea prin sudare a ciocanelor, confecţionate din oţeluri cu conţinut redus de carbon, cu diferite aliaje dure măreşte durata lor de funcţionare în mod simţitor. Într-o serie de cazuri este suficient să se efectueze încărcarea numai a capului de lucru al ciocanului.

Pentru recondiţionarea ciocanelor se întrebuinţează următoarele metode:

---

[1]) L. I. Kuperman. За экономию топлива, № 4 (1950); S. D. Antoşcenco, Цемент, № 3 (1948); L. I. Kuperman. За экономию топлива, № 4 (1948).

[2]) Информационный материал ЦИТЭИН, № К-198 (1948); TeKCO, 1949, cep. 20, № 24/7.

a) încărcare prin sudare cu un strat de stalinit sau sormait combinat. Pentru aceasta se pot recomanda folosirea electrozilor tubulari: țeava moale de oțel de diametru 8—9 mm, cu grosimea peretelui de circa 1 mm, se umple cu încărcătură constînd din 70% stalinit și 30% miniu de fier sau din sormait sfărîmat. Durata de funcționare a ciocanelor dure, indicate mai sus, ajunge pînă la 5 000 ore lucrătoare;

b) încărcare prin sudare cu electrozi de fontă;

c) încărcare cu electrozi T-620;

d) încărcare cu electrozi de oțel cu adaos, conform tehnologiei descrise pentru recondiționarea plăcilor concasoarelor cu fălci.

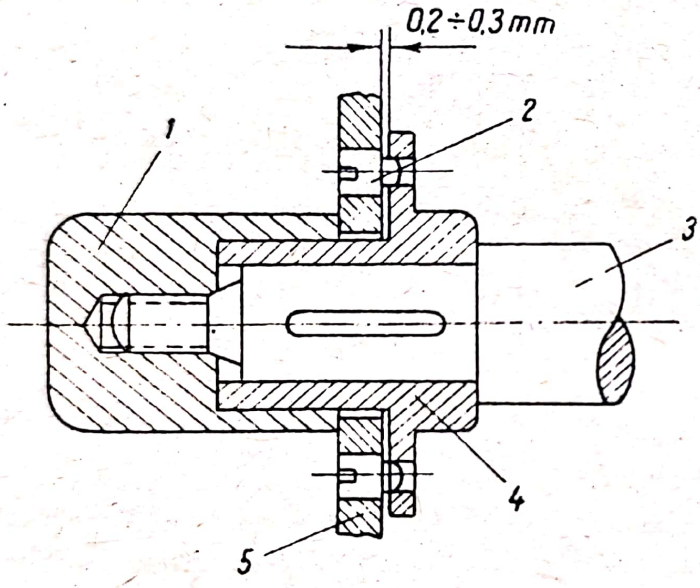


Fig. 181. Transmiterea $M_{to'rs}$ la disc prin bolțuri de siguranță:
1 — piuliță-capac; *2* — bolț; *3* — arborele rotorului; *4* — butucul rotorului; *5* — discul rotorului.

Tehnica demontării și asamblării morilor cu ciocane se aseamănă în multe privințe cu operațiile care se efectuează la repararea mașinilor centrifuge (ventilatoarelor, pompelor etc.), de aceea ne limităm doar la următoarele cîteva indicații suplimentare:

1. La înlocuire, ciocanele trebuie alese și împerechiate după greutate, pentru ca ciocane de aceeași greutate să fie fixate pe părțile diametral opuse ale rotorului.

2. Jocurile axiale între ciocane și blindajul lateral trebuie să fie egale de ambele părți ale rotorului și pe cît posibil, mai mici; dacă se respectă această regulă, se reduce lucrul mecanic de uzură prin frecarea produsului, care nimerește în aceste interstiții și prin aceasta se reduce uzura ciocanelor și a blindajului.

3. Într-o serie de construcții discul rotorului se calează liber pe arbore și se cuplează cu o flanșă-butuc, fixată pe arbore, prin intermediul a 2 — 3 bolțuri de siguranță, pentru a proteja mașina și motorul de suprasolicitare; în acest caz, bolțurile se foarfecă, iar rotorul se oprește. Pentru ca bolțurile să fie solicitate numai

Scanned with OKEN Scanner

la forfecare, la asamblare, jocul între flanșă și discul rotorului trebuie menținut strict în limitele de 0,2 — 0,3 mm. Este de asemenea util să se strunjească pe bolțuri un șanț de 2 — 3 mm lat și adînc, creînd astfel o anumită concentrare a tensiunilor,

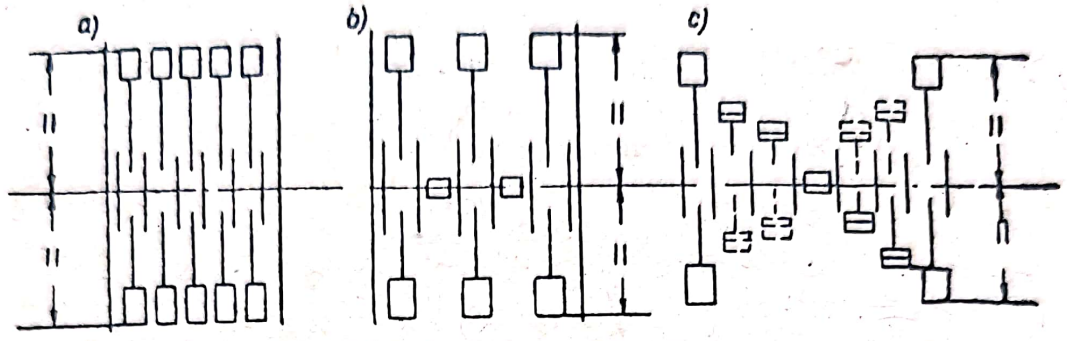


Fig. 182. Variantele de așezare a ciocanelor în morile cu ciocane cu mai multe rînduri de ciocane:

a — așezare paralelă; *b* — așezarea decalată a ciocanelor într-o moară cu cinci rînduri; *c* — așezare în trepte a ciocanelor într-o moară cu șapte rînduri.

care contribuie la stabilirea precisă și constantă a mărimii efortului de forfecare în cazul suprasolicitării (fig. 181).

4. Echilibrarea rotoarelor se efectuează după asamblarea cu ciocanele, prin procedeele cunoscute ale echilibrării statice.

5. Atenție deosebită se acordă la asamblare, calității șuruburilor care fixează suporții ciocanelor și plăcilor de blindaj. Aceste șuruburi trebuie confecționate din S_T. 3 marcat, sau din alte oțeluri corespunzătoare de rezistență egală. Nu se admite înlocuirea șuruburilor stricate cu șuruburi de diametru mai mic (față de cel nominal).

La revizie și la reparație toate șuruburile trebuie bătute cu ciocanul și strînse.

6. La rotoarele morilor cu mai multe rînduri există un mare număr de variante pentru așezarea ciocanelor: paralelă sau unghiulară (fig. 182), precum și așezarea în rîndurile fără soț a două ciocane, iar în cele cu soț a cîte unui ciocan etc.

Cercetările unei serii de autori indică necesitatea de a alege pentru fiecare problemă concretă de concasare, numărul optim de ciocane și ordinea specifică de așezare a lor, în rînduri, care să corespundă unei uzuri minime a metalului ciocanelor la 1 t de producție, asigurînd o productivitate maximă de concasare.

De aceea, așezarea ciocanelor în rînduri la asamblare după reparație, trebuie să corespundă schemei de așezare optimă (conform datelor de exploatare).

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL IX

REPARAREA MAŞINILOR PENTRU PRELUCRAREA MATERIALELOR PLASTICE

REPARAREA PRESELOR HIDRAULICE

Prese de diferite tipuri se întrebuinţează într-o serie de ramuri ale industriei chimice, pentru prelucrarea pieselor tehnice şi a altor obiecte din materiale plastice sintetice.

În etapa actuală de dezvoltare a parcului de prese la uzinele chimice, răspîndirea predominantă pentru operaţiile principale o au presele hidraulice cu acţionare individuală sau în grup.

Presele hidraulice se execută în trei variante principale: cu presare superioară, inferioară şi laterală.

Presa universală cu presiune superioară, prezentată în fig. 183, are patru cilindri: cilindru de presare, doi cilindri de întoarcere şi cilindru de aruncare.

Matriţa se fixează pe masa fixă inferioară *1*, iar poansonul, pe masa mobilă *2*. Masa fixă inferioară este legată de traversa *3*, cu două pînă la patru coloane *4* şi la fiecare coloană piuliţele inferioare şi superioare *5*.

În centrul traversei se fixează cilindrul de presare *6* cu plungerul *7*, care se deplasează în el şi de care se fixează masa mobilă *2*. De masă sînt legaţi doi cilindrii de întoarcere *8*, în care se deplasează plungerul de întoarcere *9*, fixaţi cu filet în masa mobilă. În centrul mesei fixe se aşază cilindrul cu acţiune diferenţială *10* pentru pistonul diferenţial de aruncare *11*. În gaura filetată a pistonului diferenţial se înşurubează dornul de aruncare, care intră în orificiul matriţei. Etanşarea tuturor plungerelor este realizată cu garnituri manşon, *12*.

Circulaţia lichidului, necesară pentru executarea unui ciclu complet de lucru, se realizează cu ajutorul distribuitoarelor *13*, cu acţiune manuală sau automată.

Presele cu presare superioară se deosebesc prin compactitate şi rapiditate, dar în acelaşi timp au o siguranţă mai mică decît presele cu presare inferioară şi repararea lor este mai complicată, datorită existenţei a cel puţin trei cilindri.

În fig. 184 este prezentată schema unei prese cu presare inferioară, care lucrează cu forme de presare demontabile, respectiv fără dorn de aruncare.

Masa mobilă *1*, legată cu plungerul de presare *2*, se ridică sub acţiunea din jos a presiunii lichidului asupra plungerului. Coborîrea presei *1* se realizează sub acţiunea greutăţii

Scanned with OKEN Scanner

proprii a mesei și a plungerului sau (în unele construcții cu piston de presare diferențial) sub acțiunea presiunii lichidului din spațiul inelar superior al aceluiași cilindru.

În procesul de exploatare se uzează plungerele, piesele de ghidaj și de etanșare, coloanele și bucșele mesei mobile.

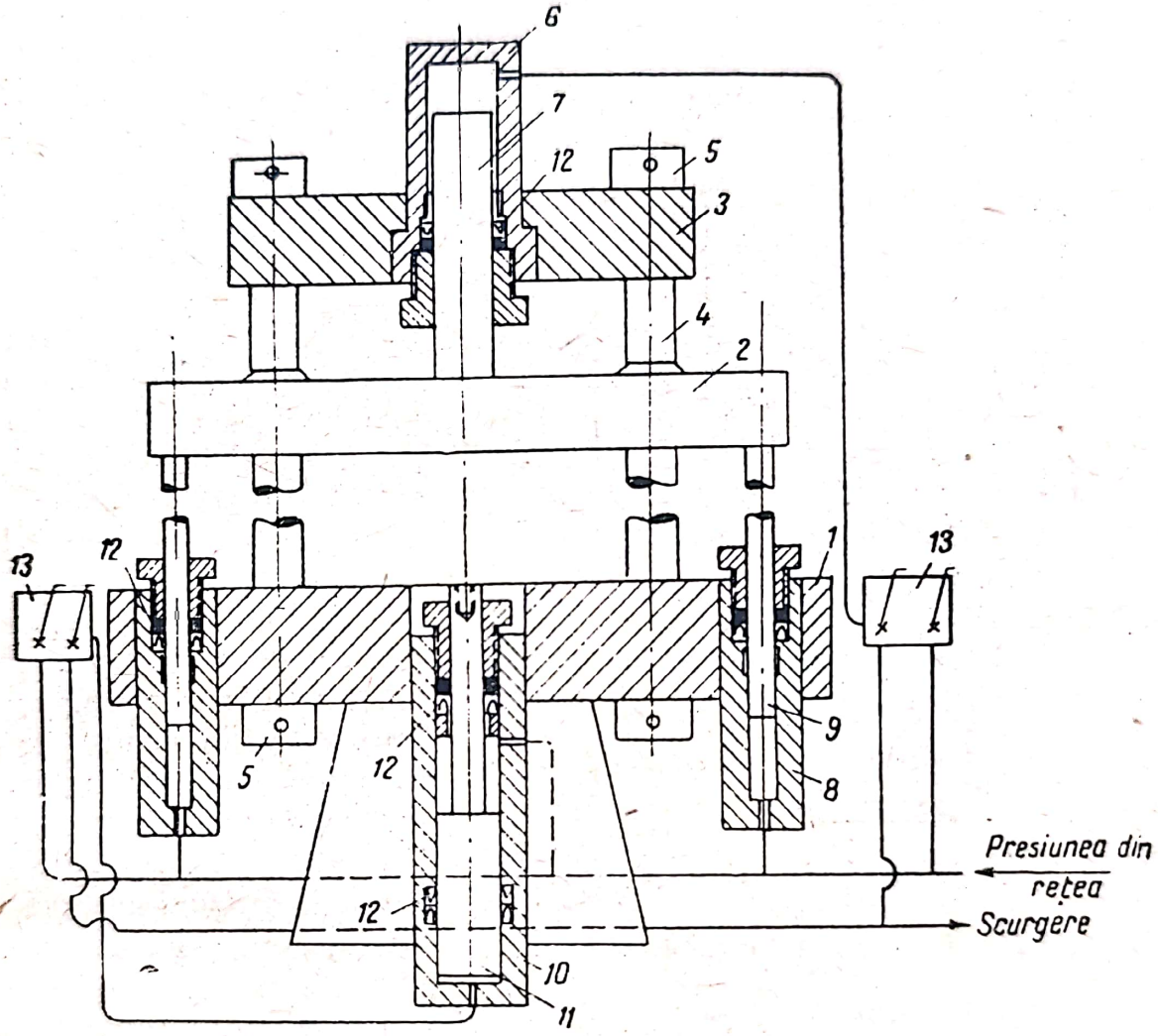


Fig. 183. Presă hidraulică cu presare superioară, cu cilindrii laterali de întoarcere și cilindru de aruncare:

1 — masă fixă; *2* — masă mobilă; *3* — traversă; *4* — coloană; *5* — piuliță; *6* — cilindrul de presare; *7* — plunger; *8* — cilindru de întoarcere; *9* — plunger de întoarcere; *10* — cilindru cu acțiune diferențială; *11* — piston diferențial de aruncare; *12* — garnitură-manșon; *13* — distribuitor.

Intensitatea uzurii se determină de către:

1) proprietățile materialelor pieselor în frecare;

2) starea lichidului de lucru, gradul lui de purificare, de impu rităţile inițiale și de impuritățile care se introduc întîmplător în cursul exploatării;

3) calitatea asamblării presei;

Scanned with OKEN Scanner

4) excentricitatea reală a încărcării în funcție de precizia așezării formei de presare.

Frecarea și uzura au loc în timpul închiderii și deschiderii matriței și lipsesc în perioada de presare și de încărcare. Dacă durata acestor perioade se notează cu t în s iar timpul unui ciclu întreg T în s atunci perioadele de uzură în fiecare ciclu vor reprezenta $T - t$. Deci, dacă celelalte condiții rămîn neschimbate, durata de funcționare a preselor este invers proporțională cu raportul $\frac{T-t}{T}$ [s].

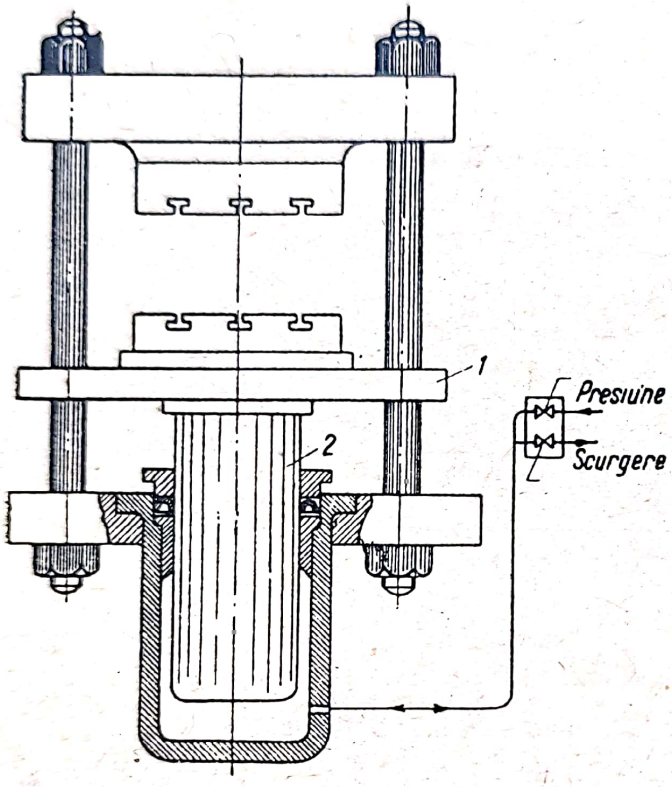


Fig. 184. Presă hidraulică cu presare inferioară:
1 — masă mobilă; *2* — plunger de presare.

Acest raport variază în limite largi în funcție de producția la care se întrebuințează presele.

Reparația curentă a preselor hidraulice constă în înlocuirea pieselor de etanșare uzate și în verificarea strîngerii piulițelor de fixare ale coloanelor și cilindrilor.

Reparația medie conține, pe lîngă schimbarea garniturilor, repararea plungerelor, schimbarea sau recondiționarea bucșelor de ghidare a cilindrilor și a ghidajelor coloanelor.

La *reparația capitală* se efectuează schimbarea plungerelor, înlocuirea sau recondiționarea coloanelor, schimbarea pieselor de ghidaj și de etanșare.

La reparațiile medii și capitale se efectuează verificarea minuțioasă a poziției verticale a presei și paralelismul axelor plungerelor și coloanelor (sau a glisierelor ramelor la prese cu ramă), precum și paralelismul meselor.

Intervalul dintre reparațiile preselor, în funcție de destinația lor, se caracterizează (conform normativelor departamentale) cu următoarele cifre medii (în ore):

a) pentru presarea obiectelor din prafuri (materiale plastice)

Presă cu presare superioară t	Intervalul dintre reparații în ore K-K	M-M	C-C
50—75	26 000	6 000	720
100—150	26 000	8 500	720
200	30 000	13 000	720
400	30 000	13 000	720

b) pentru presarea obiectelor tehnice din cauciuc

Presă cu presare inferioară t			
100	43 000	8 000	720
200	43 000	8 000	720

c) pentru producția de textolit

Presă cu presare inferioară t			
2 000—2 500	43 000	8 500	2 200

Durata de oprire a preselor pentru reparație curentă variază în limite foate largi, în principal în funcție de construcția subansamblelor de etanșare, —de la 4 h, pînă la 2—3 schimburi; reparația medie durează 5 — 10 zile, iar cea capitală, 15 — 30 de zile.

În exploatarea cu proces discontinuu reparațiile curente ale preselor se execută în zilele de repaos.

Concomitent cu repararea preselor se repară mecanismele și subansamblele auxiliare anexe, pompele individuale, distribuitorii, armătura automată (regulatoarele de presiune, supapele de siguranță) și aparatele de încălzire.

Vom trece în revistă pe scurt metodele de reparație și de confecționare, întrebuințate în industrie, pentru cele mai importante piese care se uzează la presele universale de tonaj mic și mediu.

Plungerele. În procesul de exploatare, uzura plungerelor se produce în urma: a) frecării în subansamblele de etanșare și bucșele de ghidare, b) acțiunii corosive a lichidului sub presiune (apă, emulsie), c) acțiunii abrazive a produselor solide ale uzurii și a altor particule de impurități, care se află în suspensie în lichid.

Frecarea în subansamblele de etanșare este inevitabilă, dar poate fi redusă într-o oarecare măsură prin folosirea unor materiale și construcții de etanșare de calitate. Reducerea frecării în subansamblele de etanșare și mărirea rezistenței la coroziune a plungerelor scade uzura lor abrazivă, deoarece prin aceasta se micșorează concentrația produselor uzurii în lichid.

Scanned with OKEN Scanner

Mărirea duratei de funcționare a plungerelor se asigură prin: a) filtrarea lichidului inițial și de circulație, b) folosirea emulsiilor în cazul acționării în grup și a unui ulei neutru de viscozitate mică în cazul acționării hidraulice individuale, c) aplicarea straturilor de protecție ale plungerelor prin metode de cromare sau de metalizare, d) folosirea pentru garnituri a manșoanelor din materiale cu coeficientul redus de frecare pe metalul plungerelui.

În cazul cînd presa lucrează cu apă este indicată aplicarea cromării compacte, rezistente la uzură, iar în cazul folosirii uleiurilor sau emulsiilor, care posedă proprietăți de ungere, este mai rațional să se realizeze cromarea poroasă. Grosimea stratului de acoperire a plungerelor cu crom, trebuie să fie cel puțin de 0,2 — 0,25 mm, pentru ca după rectificare stratul remanent să nu fie mai mic de 0,15 mm într-o parte.

Metoda metalizării plungerelor se aplică cu succes din anul 1948 la fabricile de obiecte tehnice din cauciuc. Conform datelor fabricilor, durata de funcționare în apă a plungerelor din oțel S_T. 3, metalizate, a crescut în comparație cu a plungerelor neacoperite, de cîteva ori, depășind 2—3 ani. Trebuie avut însă în vedere, că raportul $\frac{T-t}{T}$ pentru aceste prese este foarte mic $\left(\frac{1}{100} \dots \frac{1}{30}\right)$, și, în consecință, în alte condiții valorile absolute ale duratei de funcționare ale plungerelor metalizate pot fi mai mici.

Dacă nu există condiții pentru executarea acoperirilor galvanice sau de metalizare, se folosește metoda dimensiunilor de reparație. În limitele unui ciclu de reparație a plungerelor, se supun unor strunjiri succesive la dimensiuni de reparație cu înlocuirea în a celași timp a bucșelor de ghidaj ale cilindrilor. La reparația capitală, plungerul se înlocuiește cu unul nou, iar în cilindru se presează o bucșă corespunzătoare.

În fig. 185 este reprezentată norma uzinei pentru dimensiunile de reparație ale plungerului și bucșei a unei prese de 150 t, calculate pentru două strunjiri ulterioare.

Reparația după sistemul dimensiunilor de reparație este legată în mod inevitabil de scăderea treptată a tonajului util al presei. Pentru norma prezentată, scăderea tonajului după prima strunjire va reprezenta

$$100\left(1 - \frac{253^2}{255^2}\right) = 2{,}0\%,$$

Scanned with OKEN Scanner

iar după cea de a doua strunjire

$$100\left(1-\frac{251^2}{255^2}\right)=4\%.$$

Reducerea tonajului cu peste 4 — 5% nu e admisibilă. De aceea numărul strunjirilor posibile nu trece de trei.

Normativele prezentate la p. 319 pentru intervalele dintre reparațiile preselor cu presare superioară, corespund următoarei scheme ale ciclului de reparații:

K — 8C — M — 8C — M — — 8C — M — 8C — K

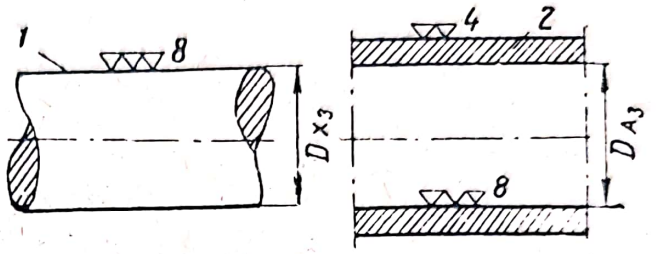


Fig. 185. Norma dimensiunilor de reparație pentru plunger și bucșă:
1 — plunger; *2* — bucșa de ghidare în cilindru.

	D—D₁	Dimensiuni de reparație			Toleranțe și ajustaje
		I	II	III	
Presă 150 t	255	253	251	—	$\frac{A_3}{X_3}$

Numărul posibil al strunjirilor (trei) corespunde celor trei reparații medii în ciclu.

Scara dimensiunilor recomandată în normă (din 2 în 2 mm), rezultă dintr-o uzură a plungerului în perioada M—M la o adîncime nu mai mare de 1 mm pe rază; la o uzură mai adîncă, trebuie să se limiteze la două strunjiri.

Bucșele de ghidaj ale cilindrilor se confecționează din bronz scump și deficitar. Jocul normal al plungerului în bucșă corespunde ajustajului $\frac{A_3}{X_3}$.

În scopul de economisire a bronzului se pot indica trei căi posibile pentru recondiționarea bucșelor uzate cu respectarea jocului prescris:

a) bucșa se umple prin turnare cu babbit de calitate inferioară, cu o grosime de 4—5 mm a stratului pe rază și se strunjește în interior după cilindrul prelucrat;

b) bucșa se metalizează cu bronz;

c) bucșa se așază într-o matriță de oțel, în orificiul bucșei se introduce un cilindru de oțel al cărui diametru este ceva mai

Scanned with OKEN Scanner

mic decît diametrul de prelucrare al plungerului, apoi bucșa se îngroașă sub presă.

În urma îngroșării, diametrul interior al bucșei se micșorează, reducîndu-se în mod neînsemnat înălțimea ei.

După îngroșare bucșa se supune unei strunjiri fine sau rectificări în interior, pînă la dimensiunea de reparație necesară.

Coloanele. Uzura coloanelor se datorește frecării pe ele a bucșelor de ghidaj ale mesei mobile.

Frecarea între aceste piese apare datorită existenței practic inevitabile a unor mici abateri de la perpendicularitatea reciprocă a coloanelor și ale mesei mobile. Cu cît mai mare este jocul plungerului în bucșa cilindrului, cu atît este mai posibilă dezaxarea mesei mobile față de coloane.

Astfel, uzura coloanelor și a bucșelor lor de ghidaj depinde de: a) calitatea asamblării presei; b) așezarea corectă a matrițelor de presare; c) jocul real în îmbinarea plunger-bucșa cilindrului; d) proprietățile stratului superficial al coloanelor de oțel și al bucșelor de ghidaj din bronz; e) condițiile de ungere.

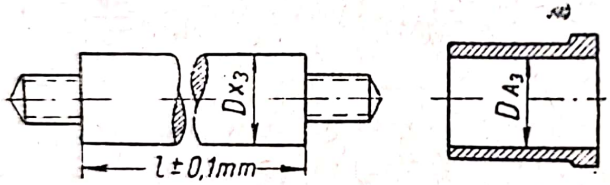


Fig. 186. Norma dimensiunilor de reparație pentru coloanele și bucșele presei

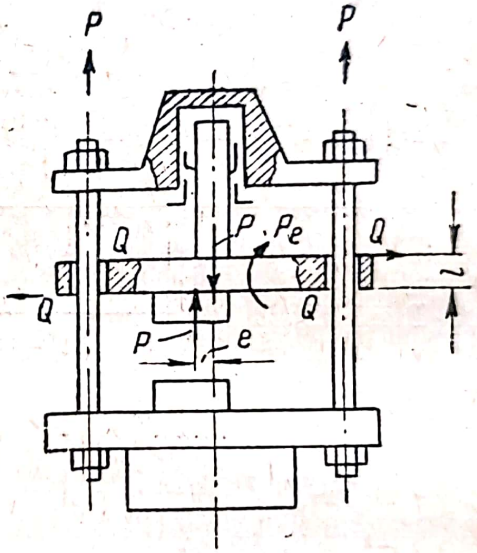


Fig. 187. Schema de încărcare a coloanelor în cazul excentricității matrițelor de presare.

Presă de 150 t	$D-D_1$	Dimensiunii de reparație			Toleranțe și ajustaje
		I	II	III	
	110	109	108	107	$\frac{A_3}{X_3}$

Repararea și recondiționarea coloanelor se realizează cu aceleași metode, ca și operațiile corespunzătoare cu subansamblul plungerului.

În fig. 186 este reprezentată norma dimensiunilor de reparație ale coloanelor și bucșelor, întocmită pentru trei strunjiri ulterioare.

Scanned with OKEN Scanner

Schimbarea sau recondiționarea completă a coloanelor se efectuează la reparația capitală, iar îmbinarea lor cu bucșele se execută conform ajustajului $\frac{A_3}{X_3}$.

În cazul excentricității solicitării sau cînd există dezaxări, coloanele sînt solicitate nu numai la întindere, ci și la încovoiere de un moment Pe (fig. 187).

Pentru reducerea forțelor tăietoare, Q, care acționează asupra coloanelor, bucșele de ghidaj ale plăcii mobile trebuie să aibă o lungime suficientă l, deoarece în cazul a n coloane condiția de echilibru al forțelor se exprimă cu ecuația $Pe - nQl = 0$.

Excentricitatea limită admisibilă (în cm) trebuie considerată[1])

$$e_{max} = \left(\frac{\sigma_a}{\sigma} - 1\right) \frac{D}{16\,m}$$

în care σ_a este solicitarea admisibilă a materialului coloanelor la întindere egală cu 1 200 — 2 000 kgf/cm²;

D — diametrul coloanei cm;

m — coeficient în funcție de poziția relativă a mesei mobile pe înălțime în momentul închiderii matrițelor, de obicei egal cu 0,4—0,6;

σ — solicitarea reală la întindere a coloanelor (în cazul forței P aplicate central $\sigma = \frac{P}{n\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4P}{n\pi D^2}$).

Exemplu: $(\sigma_a) = 1\,200$ kgf/cm², $P = 150$ t, $n = 4$, $D = 110$ mm

$$\sigma = \frac{4 \cdot 150\,000}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 11^2} = 400 \text{ kgf/cm}^2$$

$$e_{max} = \left(\frac{1\,200}{400} - 1\right) \frac{11}{16 \cdot 0{,}6} = 2{,}2 \text{ cm}.$$

Garniturile. Garniturile manșon ale cilindrilor hidraulici ai presei, posedă mari avantaje față de etanșarea cu garnituri noi de presetupă, deoarece pereții manșonului aderă la piesele subansamblului de etanșat, cu o presiune specifică proporțională, în fiecare moment dat, presiunii reale a lichidului.

În cazul deservirii presei cu o pompă individuală sau cu un sistem centralizat cu două presiuni (de exemplu 200 și 10 at),

---

[1]) H. A. Vinokurski, Расчет колонн гидравлических прессов. Машгиз, 1950.

lucrul mecanic de frecare în garniturile manșon va fi totdeauna mai mic decît în etanșări de tip presetupă.

Astfel, de exemplu, în cazul cursei de închidere de 250 mm, care constă 80% din cursă sub joasă presiune și 20% din cursă sub presiune înaltă, lucrul mecanic de frecare a 1 cm² de suprafață laterală a manșonului, la un coeficient de frecare de 0,1, va fi:

$$0{,}1\ (0{,}8 \cdot 10 + 0{,}2 \cdot 200)\ 25 = 120\ \text{kgcm/cm}^2$$

În aceleași condiții, garnitura din presetupă, strînsă de la început cu un efort corespunzător presiunii înalte, necesită un

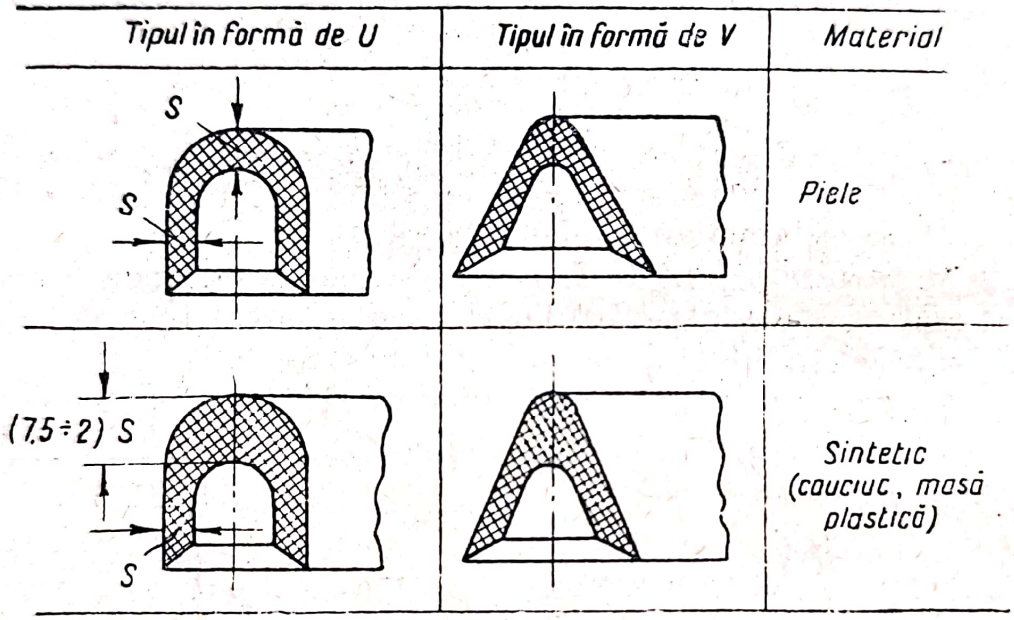


Fig. 188. Cele mai răspîndite tipuri de manșoane pentru prese.

consum de lucru mecanic de 4—5 ori mai mare, adică de ordinul 500 kgcm/cm².

La prese se întrebuințează de preferință două tipuri de manșoane: în formă de U și în formă de V, confecționate din piele, cauciuc, țesătură cu inserții de cauciuc și materiale plastice (policlorură de vinil) (fig. 188).

Manșoanele de aceste tipuri asigură o bună etanșare și o durată satisfăcătoare de funcționare, cu condiția unei confecționări de calitate, a montării corecte și a respectării jocurilor mici între plunger și bucșe.

Pielea este un material bun pentru manșoane, dar caracterul ei deficitar obligă uzinele să se limiteze în folosirea manșoanelor de piele numai la etanșarea preselor de mare tonaj.

Scanned with OKEN Scanner

Manşoanele de piele se confecţionează prin presare în matriţe din semifabricate plane rotunde, tăiate din piele de bou tăbăcită cu crom.

Faţă de înlocuitorii pielei se pretind următoarele: 1) capacitatea de „autoetanşare“, respectiv dilatare la presiuni reduse, pentru a preveni scurgerile de lichid în timpul curselor în gol, 2) rezistenţă la uzură şi coeficient mic de frecare, 3) acţiune redusă de rodare asupra preselor metalice care le etanşează, 4) rezistenţă la coroziune faţă de apă, uleiuri minerale, vegetale şi emulsii uleioase.

Aceste condiţii le satisface cauciucul[1]) şi unele materiale plastice, printre care masa plastică din policlorură de vinil. Manşoanele din aceste materiale se confecţionează prin presare din praf, granule, deşeuri (masă plastică) sau din masă brută (cauciuc). Din această cauză copierea formelor caracteristice manşoanelor de piele, care trebuie să fie îndoite din foi, este evident contraindicată şi este necesară elaborarea şi aplicarea altor forme mai raţionale.

Presiunea lichidului în spaţiul inelar foarte mic (aproape capilar), dintre manşon şi suprafaţa piesei, scade aproximativ după o epură triunghiulară (fig. 189, *a*).

Presiunea rezultantă asupra manşonului (din interior), dimpotrivă, creşte în jos (fig. 189, *b*) şi sub acţiunea ei partea inferioară a peretelui manşonului tinde să se apropie de suprafaţa cilindrului, formînd porţiunea h de joc minim (fig. 189, *c*).

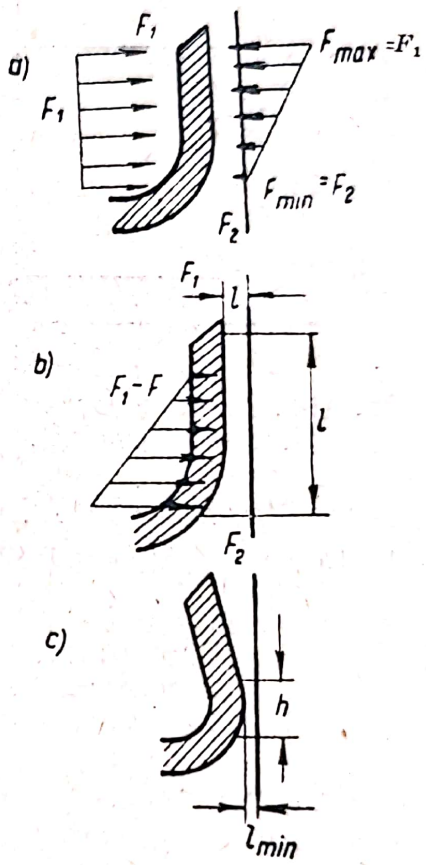


Fig. 189. Eforturile care acţionează asupra manşonului:

a — eforturile care acţionează asupra peretelui manşonului; *b* — eforturile rezultante F_1—F; *c* — deformaţia manşonului cu grosimea constantă a peretelui, sub acţiunea eforturilor rezultante $F_1 - F$.

Astfel, manşonul se întinde neuniform, cu maximul în locul aderării fundului la piesa metalică şi de aceea, conform condiţiilor de egală rezistenţă a peretelui, trebuie să se îngroaşe la

[1]) I. Ia. Telis, Сб. «Повышение износостойкости и срока службы машин». Машгиз, 1953, p. 423—430.

fund. Această condiție, irealizabilă la confecționarea manșoanelor de piele, se execută ușor la presarea pieselor din cauciuc sau masă plastică, în forme de presare de construcție corespunzătoare.

În fig. 190 este arătată forma rațională a unui manșon presat. Fundul manșonului de secțiune dreptunghiulară asigură o înaltă rezistență efortului maxim de compresiune și face inutilă montarea inelului de sub manșon.

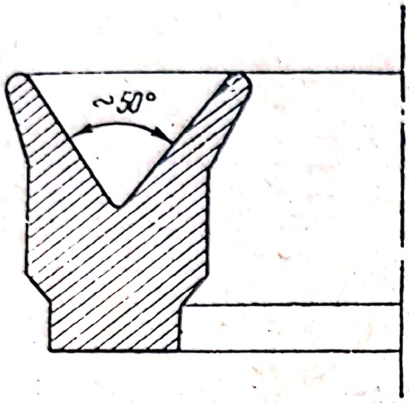


Fig. 190. Manșon presat din policlorură de vinil.

Marginile ușor îndepărtate contribuie la autoetanșarea manșonului în locașul lui la presiune joasă, neîngreunînd în același timp montarea lui.

Compoziția necesară pentru confecționarea manșoanelor din masă plastică se obține prin amestecarea și plastifierea pe valțuri încălzite a policlorurii de vinil cu dibutilftalat, azbest mărunțit și o cantitate mică de alte adaosuri. Astfel, de exemplu, A. I. Rîjov și S. Z. Kagan[1]) recomandă următoarea rețetă din masă plastică pentru manșoane de etanșare:

Rășini de policlorură de vinil	100 g
Dibutilftalat	60 g
Microazbest	40 g
Stearat de calciu	1 g

Presarea acestor manșoane se efectuează la prese hidraulice obișnuite, demontabile, cu o presiune specifică de 25 — 30 kgf/cm² și la temperatură de 135 — 145°C[2]). Răcirea manșonului presat trebuie efectuată în forma de presare, deoarece masele plastice din policlorură de vinil fac parte din grupa maselor termoplastice, adică înmuierea și solidificarea lor sînt procese reversibile.

Masa plastică PVC posedă proprietăți mecanice bune în intervalul de temperatură de la + 10 la + 60°C, la scăderea temperaturii devenind rigidă, iar la ridicarea temperaturii — foarte plastică.

---

[1]) În anul 1956 a fost elaborată, de către mecanicul A. S. Ratner din Combinatul chimic din Ohtinsk, o tehnologie mai înaintată de extrudere (presare prin duza unei prese melc) a profilului de manșon cu secțiunea din fig. 190 și sudarea ulterioară a inelelor de manșon. Хим. пром., № 1 (1944).

[2]) Rețelele speciale de viniplaste rezistente la temperatură cer o temperatură mai ridicată de presare.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 191 este arătată o formă de presare tip, pentru manșon de 150 mm diametru. Dimensiunile diametrelor camerei pentru praf trebuie proiectate avînd în vedere contracția manșonului la răcire cu 1,5 — 3%.

Asamblarea preselor. La reparația capitală a preselor hidraulice, dacă se restrunjesc sau se înlocuiesc nu numai plungerele, ci și coloanele, este inevitabilă demontarea completă a mașinii.

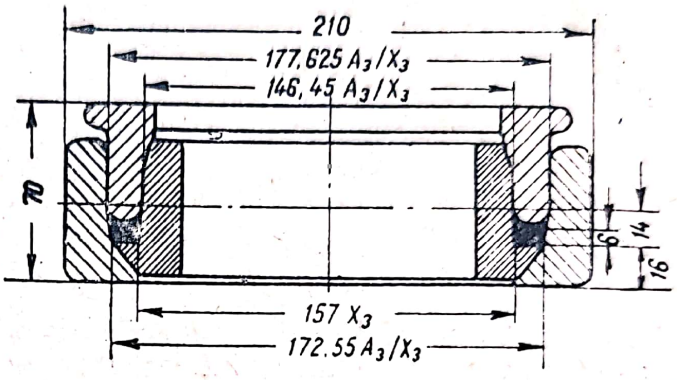


Fig. 191. Formă de presare pentru manșon din material plastic de policlorură de vinil pentru plunger cu diametru de 150 m (dimensiunile formei care formează suprafețele sînt date luînd în considerare contracția).

Este indicat ca presele de tonaj mic să fie demontate în întregime pentru reparație, adică fără a demonta subansamblele la locul de instalare și toate operațiile de demontare, revizie și asamblare să fie efectuate în atelierul de reparație. Presele de tonaj mediu și mare se demontează la locul de instalare în succesiunea care rezultă din construcția mașinii.

Astfel, de exemplu, demontarea pentru reparația capitală a presei cu coloane și presiune superioară (fig. 183), include următoarele operații:

1) desfacerea legăturilor conductelor;
2) deșurubarea piulițelor superioare ale coloanelor;
3) scoaterea traversei cu cilindrul principal;
4) demontarea mesei mobile împreună cu plungerul de presare;
5) demontarea cilindrului de întoarcere;
6) deșurubarea piulițelor inferioare ale coloanelor;
7) demontarea coloanelor;
8) demontarea subansamblului alunecătorului.

Asamblarea se execută în ordinea inversă, iar cel mai mare interes reprezintă operațiile de așezare a coloanelor, montarea garniturilor și probele pentru verificarea preciziei asamblării.

Coloanele, înainte de montaj, se așază pe garnituri, pe podea lîngă presă, se ridică cu ajutorul unui dispozitiv de ridicare și se așază în locașurile mesei inferioare. După montare coloanele

se verifică la poziție verticală, la paralelism între ele și la perpendicularitatea suprafeței mesei inferioare.

Reglarea coloanelor se obține prin alegerea și așezarea unor adaosuri inelare dintr-o bucată sub piulițele inferioare. Pentru presele de tonaj mediu, neparalelismul admisibil al coloanelor se află în limitele de 0,05 — 0,07 mm pe 1 m lungime (între masa inferioară și traversă), iar abaterea unghiulară a coloanelor de la perpendicularitate față de suprafața mesei inferioare nu trebuie să întreacă 10 — 15 minute Trebuie acordată o atenție deosebită strîngerii uniforme a piulițelor (mai întîi a celor inferioare, iar la sfîrșitul asamblării—a celor superioare).

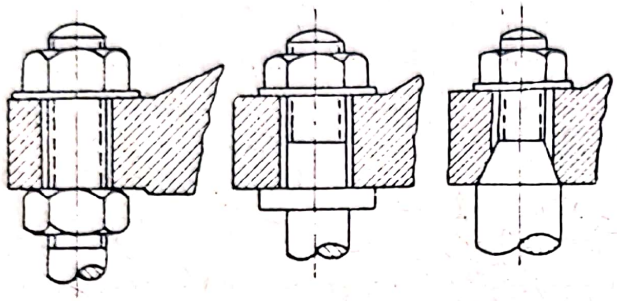


Fig. 192. Tipuri de îmbinare a coloanelor cu traversă și masă inferioară.

În practica reparațiilor se întîlnesc trei variante de bază pentru îmbinarea coloanelor cu mesele inferioare și traversele (fig. 192):

1) îmbinare cu contrapiuliță;
2) îmbinare cu prag;
3) îmbinare pe con.

În primul caz este necesar un paralelism strict între suprafața inferioară a traversei și suprafața mesei inferioare, ceea ce se obține în procesul asamblării prin deplasarea contrapiulițelor fiecărei coloane. În cazurile doi și trei, această condiție este satisfăcută dacă lungimea coloanelor între pragul sau conul inferior și superior este egală.

De aceea, montorul înainte de așezarea coloanelor trebuie să verifice lungimea acestor porțiuni la toate coloanele presei, admițînd abateri maxime de $\pm$ 0,1 mm.

Prestrîngerea egală a piulițelor la înșurubare este o condiție de bază pentru prelungirea duratei de funcționare a acestor îmbinări, care lucrează în condiții de solicitări variabile ciclice (de la 0 la maximum), în special în cazul cînd îmbinarea este executată conform primelor două variante.

Momentul de strîngere (în kg·cm) se determină aproximativ din ecuația:

$$M = (0{,}2 - 0{,}3)\, Td_0.$$

în care: T este efortul de strîngere a coloanei, kgf;
d_0 — diametrul nominal al filetului, cm.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, în cazul strîngerii cu o cheie cu brațul l, efortul la cheie este:

$$P_{ch} = (0{,}2 \ldots 0{,}3)\, T \frac{d_0}{l}.$$

Strîngerea piulițelor cu o forță egală și stabilită este realizabilă numai cu ajutorul cheilor dinamometrice. Pentru presele de tonaj mic și mediu este posibilă folosirea cheilor manuale cu dinamometru (v. cap. V), iar pentru înșurubarea piulițelor la prese mari poate fi aplicat un dispozitiv hidraulic special, cu citirea efortului pe manometru.

Se folosește, de asemenea, metoda termică de strîngere a piulițelor. Piulițele se înșurubează întîi la rece (fără strîngere), pînă la atingerea completă cu traversa sau masa, apoi se încălzesc capetele coloanelor, în urma cărui fapt ele se alungesc și se formează un joc între suprafața frontală a piuliței și suprafața traversei sau a mesei inferioare. Acest joc se elimină în stare încălzită cu înșurubarea suplimentară a piuliței. La răcire capetele coloanelor tind să se scurteze, în urma cărui fapt se realizează strîngerea necesară.

Dacă la reparații capitale sau medii, însoțite întotdeauna de demontarea mai mult sau mai puțin completă a subansamblelor tuturor cilindrilor, schimbarea manșoanelor nu pretinde nici un procedeu special, în schimb la reparație curentă tendința de a reduce volumul demontării și asamblării face necesară aplicarea unor metode specifice de a schimba manșoanele, în funcție de construcția preselor.

În fig. 193 sînt arătate două metode de schimbare a manșoanelor unui plunger simplu, al presei cu presare superioară.

După varianta b) masa mobilă *4* împreună cu plungerul se coboară pe masa inferioară în așa fel, încît plungerul să iasă complet din cilindru; se scoate bucșa de strîngere din canalul cilindrului, se îndepărtează manșoanele uzate și după curățirea acestui spațiu se montează cele noi. Apoi cu presiunea introdusă la cilindri de întoarcere, traversa împreună cu plungerul se ridică cu ajutorul tiranților *3* în poziție de lucru; introducerea plungerului în cilindru cere o deosebită grijă, pentru a preveni strivirea manșoanelor.

După varianta prezentată a), plungerul *6* se desface de masa mobilă *4* și se fixează suspendat în cilindru cu un șurub special *7*. Masa mobilă se coboară doar la înălțimea manșoanelor și este susținută cu tiranții plungerelor de întoarcere,

Scanned with OKEN Scanner

precum și (în scopul unei garanții complete de securitate) cu suporții provizorii 5. Scoțînd inelul de strîngere, se înlocuiesc și se fixează manșoanele, masa mobilă prin ridicare se leagă cu plungerul, apoi se îndepărtează șurubul 7, iar gaura din cilindru se închide cu un dop. Astfel se înlătură pericolul de a

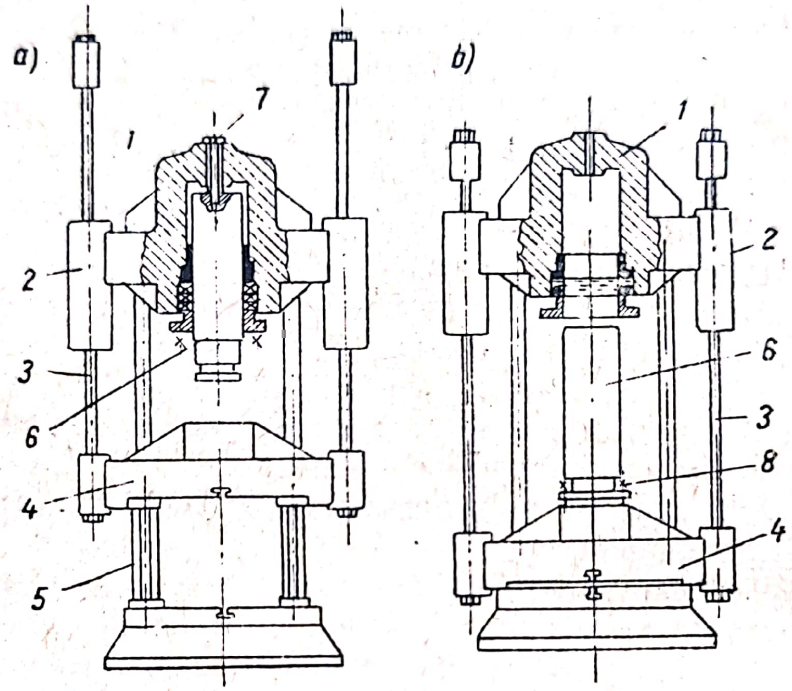


Fig. 193. Variantele schimbării manșoanelor: *a* — rațională; *b* — nerațională; *1* — cilindru de presare; *2* — cilindru de întoarcere; *3* — tiranți; *4* — masă mobilă; *5* — picioare-suporți demontabili; *6* — pistonul-plunger de presare; *7* — șurub pentru suspendarea pistonului-plunger la schimbarea manșoanelor; *8* — flanșă pentru legarea pistonului-plunger de masa mobilă.

strica manșoanele la introducerea din nou a plungerului în cilindru.

Pentru așezarea manșoanelor presate cu margini desfăcute, trebuie folosită o bucșă de ghidaj cu capăt conic pentru marginile manșoanelor. Cu ajutorul acestui dispozitiv se exclude strivirea marginei exterioare (fig. 194).

Asamblarea preselor se termină cu proba de verificare a preciziei asamblării și a etanșeității tuturor îmbinărilor hidraulice. În momentul instalării presei pentru probă trebuie să fie terminată reparația mecanismelor și aparatelor anexă, pentru ca presa să poată fi conectată cu toate conductele în schema normală de lucru.

Scanned with OKEN Scanner

Proba de verificare a preciziei asamblării constă din:

1. Verificarea: a) a poziției verticale a plungerului de presare după firul cu plumb și b) a orizontalității mesei inferioare cu nivela.

2. Controlul paralelismului mesei inferioare și al mesei mobile la cursa în gol a plungerului, precum și perpendicularitatea acestor piese față de coloane.

3. Verificarea jocurilor între coloane și bucșele de ghidaj ale mesei mobile, interstițiile între aceste piese trebuie să fie circulare în tot drumul deplasării mesei mobile.

4. Controlul momentului de strîngere al piulițelor la coloane cu cheie dinamometrică.

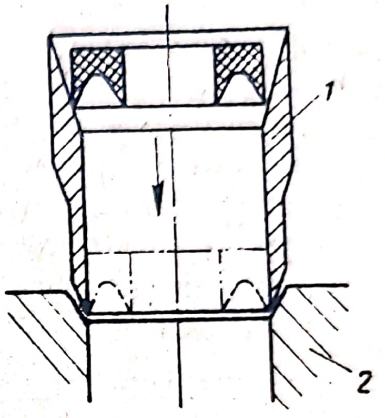


Fig. 194. Schema montării manşoanelor presate în cilindru:
1 — bucșă de ghidaj (dispozitiv); *2* — cilindru

Proba de etanșeitate trebuie efectuată după ce plungerele au făcut un număr oarecare de curse. Pe lîngă examinarea exterioară a tuturor garniturilor, etanșeitatea se controlează prin ridicarea fiecărui plunger la rînd în poziție superioară, în care este lăsat timp de 1—2 ore, pentru închiderea dispozitivului de închidere. Dacă prelungerele ridicate nu se deplasează, ceea ce se poate observa după semne, aceasta dovedește calitatea bună a etanșeității.

După terminarea probei de etanșeitate presa poate fi controlată dacă tonajul real al plungerului de presare (sau al tuturor plungerelor pe rînd) corespunde celui din cartea mașinii.

Dacă tonajul nominal al presei este

$$Q_{nom} = \frac{Ap}{1000},$$

în care: A este suprafața secțiunii plungerului, cm²;

p — presiunea lichidului hidraulic în cilindru, kgf/cm²,

atunci tonajul lui util din cartea mașinii va fi:

$$Q = \eta Q_{nom},$$

în care: η este randamentul, care caracterizează pierderile de frecare în subansamblele de etanșare și de ghidare.

Pentru prese bine asamblate, valoarea lui η nu trebuie să coboare sub 0,9.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru verificarea randamentului real η_{real} (în %) după ecuația

$$\eta_{real} = \frac{Q}{Q_{nom}} = \frac{100Q}{Ap}$$

este necesar: 1) să se calculeze suprafața plungerului A, conform dimensiunii reale după reparația diametrului; 2) să se măsoare cu manometrul presiunea în cilindru sau în apropierea lui; 3) să se măsoare tonajul real Q, cu ajutorul dinamometrului instalat între masa mobilă și masa fixă [1]).

Se consideră că presa a corespuns la probă dacă $\eta_{real} \geqslant 0{,}9$.

După terminarea tuturor probelor presei, în cazurile necesare se reglează vitezele prescrise (de către regimurile tehnologice de producție) ale plungerelor și după o probă de lucru de un schimb, două, presa se dă în exploatare.

REPARAREA AMESTECĂTOARELOR, VALȚURILOR ȘI CALANDRELOR

Pentru amestecarea, plastifierea și calibrarea materialelor plastice la uzinele corespunzătoare, care fabrică obiecte din cauciuc și mase plastice, lacuri și vopsele, ceramice și altele, se întrebuințează o serie de mașini specifice: amestecătoare, mașini cu melc, valțuri și calandre.

Amestecătoare

Din această grupă de mașini fac parte amestecătoarele tip, cu doi cilindri (fig. 195), malaxoarele de cauciuc cu închizător superior și inferior și cu rotoare grele ovale sau triunghiulare (fig. 196) și o serie de mașini mai simple și ușoare: amestecătoare de clei, amestecătoare de soluții, malaxoare etc.

În procesul de exploatare se uzează:

1. Rotoarele (arborii port-cuțite), pe toată suprafața de contact cu materialul de prelucrat, precum și fusurile în subansamblele de etanșare.
2. Piesele subansamblelor de etanșare (cutii de etanșare la amestecătoare, inele de etanșare la malaxoarele de cauciuc).
3. Roțile dințate.
4. Cuzineții în lagărele arborilor tăietori și ale acționării.
5. Suprafața interioară de lucru a corpului sau căptușeala lui de protecție, din cauza frecării de material.

---

[1]) Ia. L. Mazin. Институт научной и технической информации. Тема 15 Nr. 14—57—150/3, pag. 21.

Scanned with OKEN Scanner

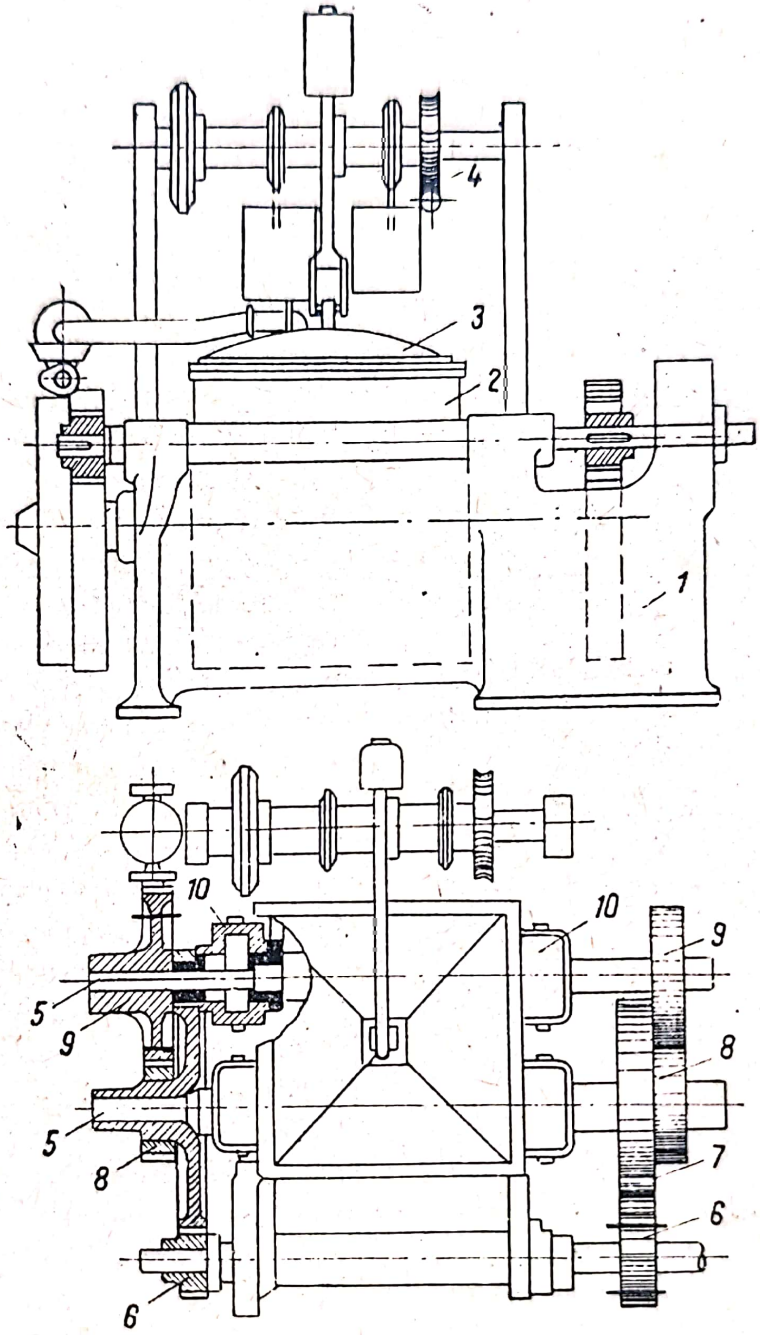


Fig. 195. Amestecător (capacitatea 400 l):
1 — batiu; *2* — corp (coș); *3* — capac; *4* — mecanism de răsturnare; *5* — arbore cu palete; *6* — roată dințată ($z = 115$, $m = 27$); *7* — roată dințată ($z = 70$, $m = 10$); *8* — roată dințată ($z = 60$, $m = 10$); *9* — roată dințată ($z = 60$, $m = 10$); *10* — presetupă

Scanned with OKEN Scanner

La malaxoarele de cauciuc de construcție ceva mai complicată, locuri suplimentare de uzură sînt piesele închizătoarului superior (pistonul de aer, plungerul presei etc.) și ale dispozitivului de descărcare (închizătorul inferior, pistonul de aer, plăcile de ghidaj).

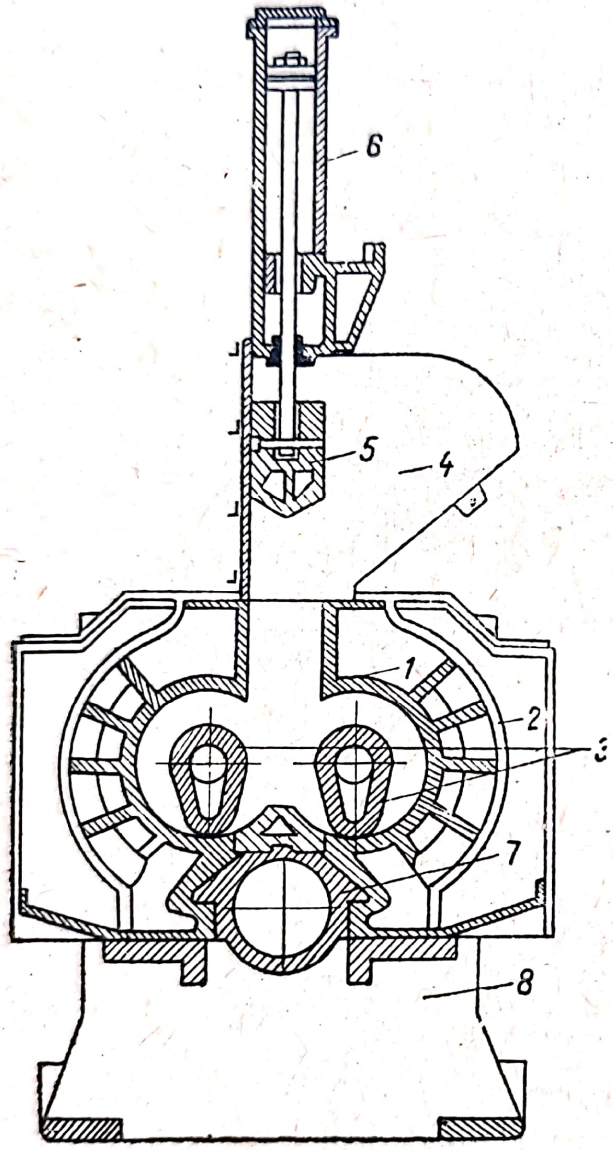


Fig. 196. Secțiunea schematică a malaxorului de cauciuc:

1 — corpul camerei de malaxare; *2* — manta; *3* — rotoare; *4* — pîlnie de alimentare; *5* — capul de presare al închizătorului superior; *6* — cilindrul închizătorului superior; *7* — închizătorul inferior; *8* — batiu.

Volumul reparației curente a acestor mașini se limitează în principal la schimbarea garniturilor arborilor tăietori, ale închizătorilor superiori și inferiori, și la strîngerea tuturor elementelor de fixare. Periodicitatea reparațiilor curente este de 720 — 1440 ore, cu durate de oprire de 6—12 ore.

La reparațiile medii și capitale, mașina se demontează complet pentru recondiționarea sau înlocuirea tuturor pieselor principale: arborii tăietori, lagărele, roțile dințate etc., iar cu ocazia reparației medii aceasta se limitează doar la recondiționarea parțială a acestor piese, adică la reconstituirea ajustajelor nominale. Periodicitatea reparațiilor medii este de 8640 — 12 960 ore, a reparațiilor capitale 30 000—40 000 ore, iar durata opririlor este în mod corespunzător de 120 — 180 respectiv 360 — 500 ore.

Volumul normal de lucrări la reparația medie a unui amestecător de 400 l material (fig. 195), se explică astfel:

1. Se demontează amestecătorul complet; pentru aceasta se scoate capacul *3*, se demontează transmisiile cu lanț ale mecanismului de răsturnare *4*, se scot roțile dințate *6—9* și cutiile de etanșare *10*, se scot șuruburile și peretele lateral stîng al corpu-

lui *2* și se scot arborii cu palete *5*. Toate piesele se spală și prin măsurare se determină uzurile.

2. Se strunjesc și se rectifică fusurile arborilor cu palete.

3. Se confecționează și se presează bucșe noi în cutiile de etanșare conform dimensiunilor de reparație ale fusurilor rectificate ale arborilor.

4. Idem pentru bucșele de etanșare.

5. Se strunjesc și se rectifică fusurile arborelui de acționare.

6. Se strunjesc și se presează bucșe noi în lagărele arborelui de acționare (în batiu).

7. Se controlează adîncimea uzurii dinților la toate roțile dințate și, în caz de nevoie, se schimbă întreaga garnitură, așezînd grupul stîng pe partea dreaptă a corpului, iar grupul drept, pe partea stîngă. În același timp, se înlocuiesc bucșele pentru roțile dublate *7* și *8*.

8. Se deschide gura de vizitare a mantalei și se curăță spațiul din manta.

9. Se repară mecanismele de ridicare și de răsturnare, reconstituind jocurile normale în îmbinări; se verifică întinderea lanțurilor articulate și se egalează lungimea lor.

10. Se înlocuiesc elementele de susținere deteriorate și se repară apărătoarele roților dințate și ale greutăților.

11. Se efectuează asamblarea generală în succesiune inversă demontării conform pct. 1. La asamblare se asigură următoarele jocuri ale rotorului în coș:

a) radiale (între cercurile descrise de punctele cele mai proeminente ale profilului cuțitelor și pereții coșului) 1,5—2 mm;

b) axiale, între suprafețele frontale ale cuțitelor și pereții laterali ai corpului, 2—3 mm pentru ambele părți.

Observație la pct. 3, 6, 7. În funcție de adîncimea uzurii bucșelor, în loc de a le înlocui cu bucșe noi, poate fi aplicată recondiționarea lor prin metoda îngroșării într-un dispozitiv sub presă.

Observație la pct. 7. La reparațiile capitale, în locul rotirii roților dințate la 180° se poate efectua recondiționarea dinților cu metode anterior descrise (roțile *7* și *9*) sau înlocuirea cu piese noi (roțile mici *6* și *9*).

Succesiunea operațiilor și fazelor la repararea malaxoarelor de cauciuc este analogă ordinei de reparație a amestecătoarelor. Demontarea se începe cu scoaterea apărătoarelor, platformelor și a conductelor. Apoi se demontează arborele de acționare, pîlnia de alimentare și închizătorul superior, iar după aceea se deschide și se deplasează lagărul demontabil al rotorului de acționare și se scot roțile dințate de pe rotoare. Demontînd inelele

Scanned with OKEN Scanner

de etanșare, se scoate unul dintre pereții laterali și se scot afară ambele rotoare. Demontarea se termină cu desfacerea corpului care se demontează apoi în două jumătăți, al doilea perete lateral și în sfîrșit, închizătorul inferior. Asamblarea după reparație se face în ordine inversă.

Etanșarea cu două inele a corpului malaxoarelor de cauciuc funcționează bine; inelul demontabil, fiind construit din două jumătăți, poate fi scos și înlocuit prin gura corespunzătoare de vizitare fără demontarea peretelui lateral.

Suprafețele de frecare ale ambelor inele se încarcă prin sudură cu sormait sau stelit și se rectifică.

Operația demontării și asamblării complete a malaxoarelor de cauciuc la reparație capitală, se efectuează de către o brigadă de trei lăcătuși cu un consum, după norme, de 300—350 ore-om pentru pregătirea lucrului și demontare, și de 400—450 ore-om pentru asamblare. Reparația în principal constă din:

1) înlocuirea bucșei și manșoanelor în cilindrii închizătorului superior și inferior;

2) recondiționarea sau înlocuirea plăcilor de ghidaj ale paralelelor cilindrilor închizătorului inferior și șabăruirea piepteniilor de ghidare;

3) recondiționarea inelelor de etanșare;

4) recondiționarea sau înlocuirea bucșelor de bronz ale lagărelor în pereții laterali;

5) recondiționarea prin turnare, strunjirea interioară și șabăruirea cuzineților arborelui de acționare;

6) recondiționarea roților dințate;

7) repararea rotoarelor.

Volumul total de muncă al reparației malaxoarelor de cauciuc de tip 9 și 11 este de 1 100—1 300 ore-om.

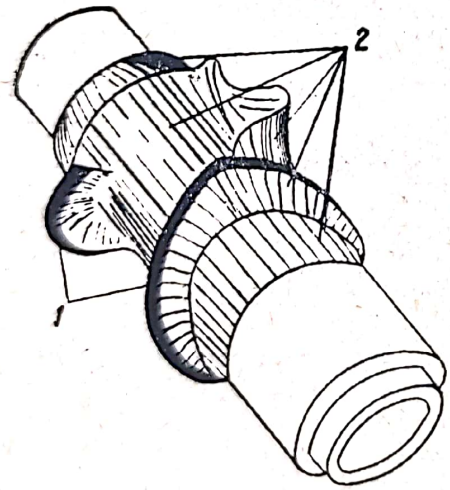


Fig. 197. Încărcare prin sudură a rotorului malaxorului de cauciuc:

1 — piepteni (după încărcarea prin sudură se supun șlefuirii grosolane); *2* — suprafețe încărcate prin sudură.

Din operațiile enumerate mai sus, prezintă interes procedeele de recondiționare a rotoarelor din oțel turnat. În cazul uzării puternice a suprafețelor de lucru ale rotoarelor (de asemenea și ale pereților corpului), se practică cu succes recondiționarea periodică a acestor piese importante, cu încărcare prin sudură cu electrozi de stelit, sau sormait rezistentă la uzură.

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 197 este reprezentat rotorul încărcat prin sudură al unui malaxor de cauciuc, supus după încărcare unei șlefuiri grosolane pe suprafețele frontale și pe profilul de lucru cu ajutorul unui dispozitiv de șlefuire.

Repararea valțurilor și calandrelor

După destinația lor valțurile se categorisesc în:

1) valțuri de concasare, pentru măcinarea materiei prime sau a produsului finit (în producția cauciucului sau a maselor plastice);

2) valțuri de frecare, așa-zisele mașini de frecat vopsea (în producția vopselelor de ulei);

3) valțuri de amestecare (în diferite producții);

4) valțuri de plastifiere (în producția maselor plastice);

5) valțuri de calibrare (de exemplu, valțuri de laminare în producția de celuloid);

6) valțuri de uscare (într-o serie de producții chimice).

Deși deosebirile constructive între diferitele tipuri ale acestei mașini sînt mari, ele privesc în principal subansamblele și agregatele anexe.

În fig. 198 este reprezentată construcția tipică a valțurilor de amestecare și plastifiere de dimensiuni mari.

Doi cilindri tubulari turnați *1*, între al căror spațiu se amestecă, se plastifiază sau se macină materialul, se reazemă în lagărele *3*, așezate în batiul *2*; din partea acționării unul dintre cilindri este prelungit pentru așezarea roții dințate *5*; pe partea opusă, pe cilindri, sînt așezate roțile de fricțiune *6* cu un raport de transmisie 1,0—1,5; cu ajutorul roților mișcarea se transmite de la cilindrul de acționare la cilindrul acționat. Batiul cu cilindri se așază pe placa de fundație *7*, pe aceeași placă se montează transmisia intermediară 8, cu un pinion mic *9* și reductor (în cazul acționării individulale) sau un pinion de transmisie (în cazul acționării în grup). Lagărele cilindrilor *3* se strîng către pragul batiului cu ajutorul traverselor *4*. Unul dintre cilindri se montează în lagăre fixe, iar celălalt în lagăre mobile; prin aceasta se asigură posibilitatea schimbării distanței între cilindri.

Alimentarea și evacuarea apei sau a aburului în spațiul interior al cilindrilor se realizează prin barbotoarele fixe *13*, care intră în orificiile cilindrilor.

În garnitura mașinii intră de asemenea: 1) dispozitivul pentru deplasarea cilindrului mobil *11*; 2) cuplajul de pornire *10* cu un declanșator special de avarie și frînă; 3) dispozitivul pentru

Scanned with OKEN Scanner

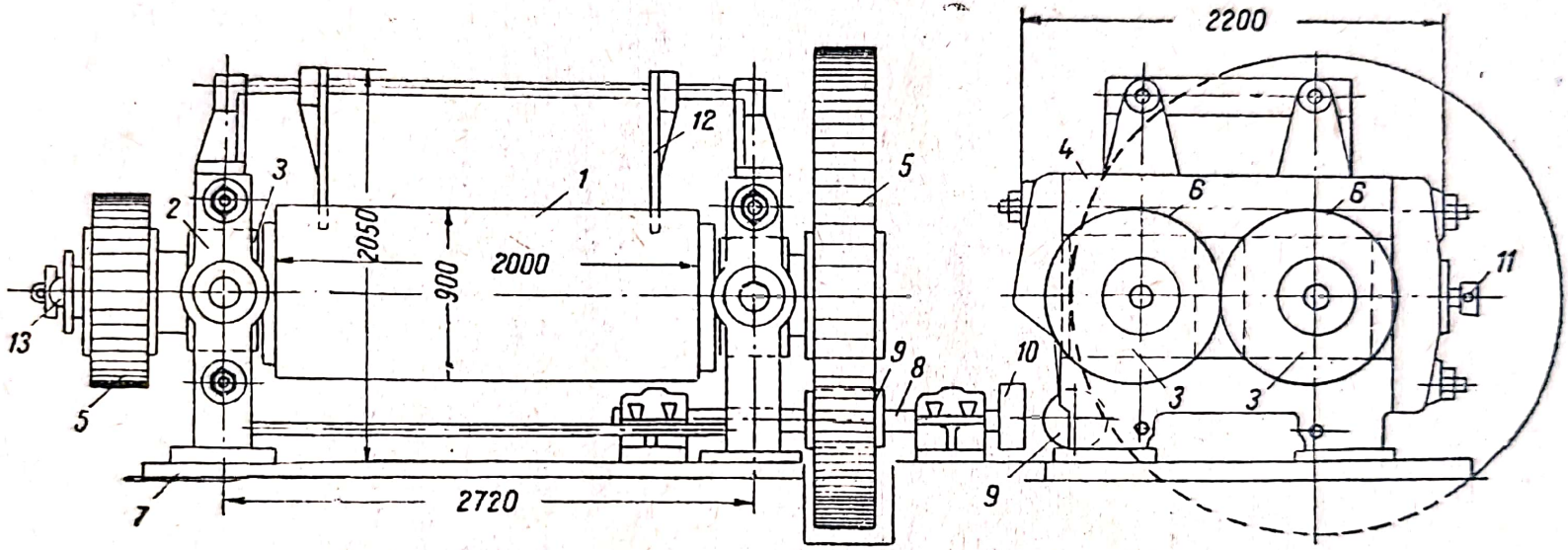


Fig. 198. Valțuri pentru celuloid 900×2 000, cu putere de 75—100 kW:

1 — cilindru; *2* — batiu; *3* — lagăr; *4* — traversă; *5* — roată dințată; *6* — roți de fricțiune; *7* — placă; *8* — arborele transmisiei intermediare; *9* — pinionul transmisiei intermediare; *10* — semicuplaj; *11* — șurubul de avansare a cilindrului mobil; *12* — fălci; *13* — barbotor.

limitarea scurgerii longitudinale a materialului pe cilindri (fălcile *12*).

Piesele principale ale valțurilor, care se uzează sînt: cilindrii, cuzineții lagărelor cilindrilor, roțile dințate și cuzineții lagărelor transmisiei intermediare.

Reparațiile curente ale valțurilor se efectuează după 720—1 000 ore (cu durata opririi de 8—16 ore). Cu această ocazie reparația se limitează la:

a) înlocuirea sau repararea pieselor mici (fălcile, garniturile barbotoarelor, armătura);

b) strîngerea lagărelor;

c) reglarea mecanismului declanșatorului de avarie.

Reparația medie se repetă după 8 000—10 000 ore și durează 100—150 ore în cazul acționării individuale și pînă la 400—600 ore în cazul opririi pentru reparația unui grup de valțuri cu acționare comună. Cu această ocazie se efectuează suplimentar față de volumul reparației curente recondiționarea cuzineților cilindrilor, rectificarea fusurilor cilindrilor, repararea locală a roților dințate, repararea (desfacerea) cuzineților transmisiei intermediare, înlocuirea pieselor rebutate ale subansamblelor de declanșare și de frînare.

Reparația capitală a valțurilor se efectuează după o funcționare de 25 000—40 000 ore și durează 200—250 ore în cazul acționării individuale și 550—800 ore în cazul instalației cu acționare în grup. Cu această ocazie se recondiționează toate subansamblele mașinii: cilindrii se rectifică la fusuri și la profilul de lucru sau se înlocuiesc cu cilindri de rezervă; se înlocuiesc cuzineții cilindrilor și cei ai transmisiei intermediare; dinții roților dințate mari se încarcă prin sudură și se prelucrează.

Cilindri (fig. 199) pentru majoritatea tipurilor de valțuri se toarnă din fontă în cochilii și trebuie să aibă o duritate superficială de 350—400 *HB*.

Adîncimea stratului tratat, dur, trebuie să nu fie mai mică de 20 mm. Cilindrul de antrenare și cel antrenat se deosebesc prin lungimea unui capăt, deoarece pe cilindrul de antrenare se calează pinionul de acționare.

Spațiile goale în interiorul cilindrilor se formează la turnarea lor; cu această ocazie trebuie să se asigure o grosime relativ egală a pereților, pentru transmiterea uniformă a căldurii materialului de prelucrat.

Condițiile de lucru ale cilindrilor, la prelucrarea unor materiale (cauciuc, etroli, înlocuitorii artificiali ai pielii) sînt deosebit de grele: încovoierea cilindrilor sub acțiunea de distanțare a

Scanned with OKEN Scanner

materialului în spațiul de lucru se combină cu uzura abrazivă a profilului de lucru și cu strivirea fusurilor.

Diferența de temperatură pe suprafața exterioară și interioară a cilindrilor poate atinge 50—60°C, datorită cărui fapt cilindrul se încarcă suplimentar cu solicitări termice. Deosebit de periculos este în exploatare cazul răcirii bruște a cilindrului care se încăl-

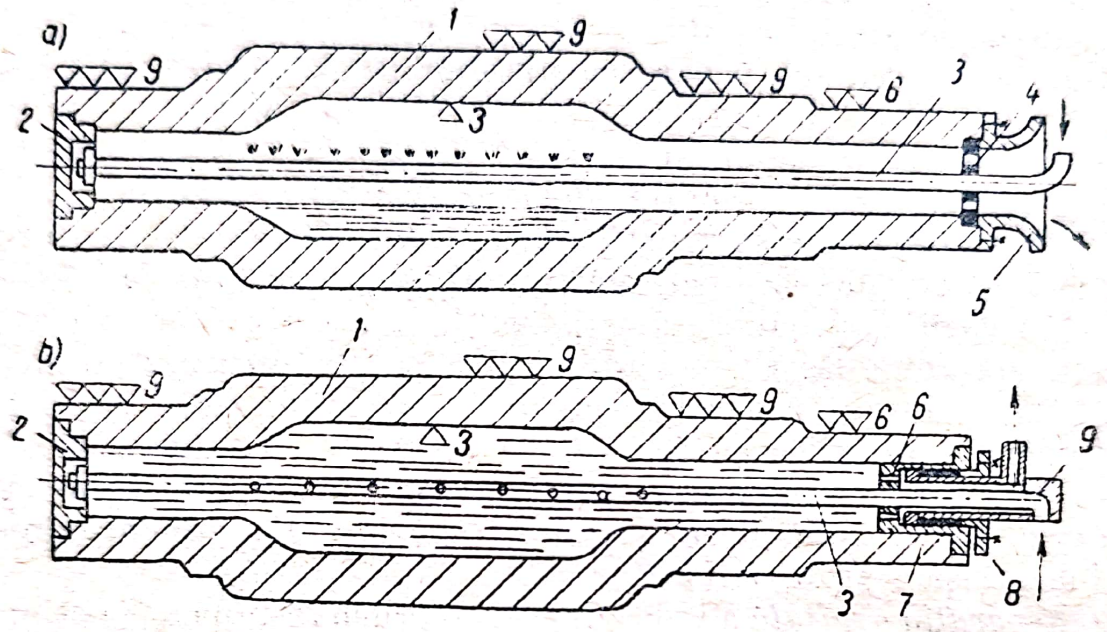


Fig. 199. Construcții de cilindri:

a — cilindrul cu stropirea spațiului interior cu apă; *b* — cilindrul cu umplerea spațiului interior cu apă (aplicabil și pentru încălzire cu abur); *1* — cilindru; *2* — flanșă oarbă; *3* — conductă de alimentare; *4* — flanșă de susținere; *5* — pîlnie pentru scurgere; *6* — bucșă de susținere; *7* — garnitură de etanșare; *8* — bucșă de strîngere; *9* — barbotor cu două canale.

zește, ceea ce adeseori duce la distrugerea acestei piese scumpe. Folosirea fontei modificate pentru turnarea cilindrilor și în special trecerea la oțel turnat este o sarcină actuală, a cărei rezolvare în prezent se ușurează datorită dezvoltării cu succes a metodelor de călire superficială a pieselor mari, însușite la uzinele de construcții de mașini grele.

Încovoierea cilindrilor în funcționare, impune adeseori folosirea unei forme convexe a profilului porțiunii de lucru, pentru ca la încovoierea cilindrilor să se păstreze pe lungime un spațiu uniform pentru material. Mărimea convexității sau a așa-zisei bombări, determinate ca diferența dintre diametrele secțiunii cilindrului în mijloc și la capete, este 0,1—0,4 mm. Această mărire neînsemnată a diametrului cilindrului în centru, complică deosebit de mult rectificarea suprafețelor de lucru, și de aceea nu se folosește întotdeauna.

Scanned with OKEN Scanner

Repararea cilindrilor se compune din următoarele operații:

1) curățirea spațiilor interioare de impuritățile mecanice și de cruste;

2) recondiționarea fusurilor prin metoda metalizării;

3) rectificarea cilindrului (pe profil cilindric sau bombat).

În locul curățirii mecanice a spațiilor interioare care necesită un volum mare de muncă, trebuie recomandată aplicarea curățirii chimice (cu soluții de acid sulfuric sau clorhidric), care poate fi efectuată fără demontarea mașinii, introducînd soluțiile prin barbotor. Curățirea mecanică cu freze și perii este indicată doar ca operație preliminară în cazul unor impurități mari (nisip, nămol etc).

Recondiționarea fusurilor cilindrilor prin metoda electrometalizării s-a introdus definitiv în practica uzinelor. Pentru asemenea lucrări secția de metalizare a atelierului de reparație trebuie să fie utilată cu un strung suficient de mare (VȚ, înălțimea vîrfurilor nu mai mică de 300; RMȚ, distanța între vîrfuri, nu mai mică de 3 000) și să fie deservit de o macara cu braț cotit.

În fișa tehnologică reprezentată (fig. 200) pentru recondiționarea cilindrului sînt indicate datele principale pentru regimurile de pregătire și de metalizare. Considerînd și lucrările de pregătire și de încheiere, recondiționarea cilindrului de dimensiuni medii durează 2—3 schimburi.

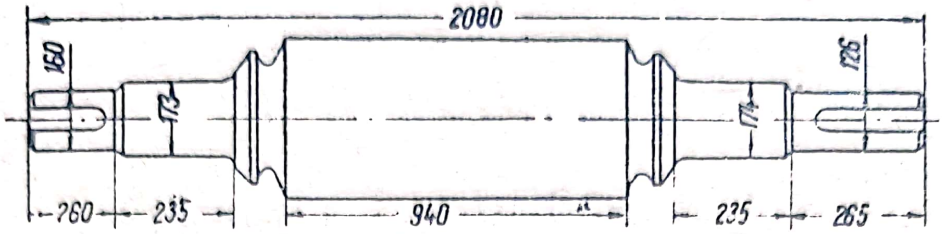
În acele cazuri cînd pe valțuri se prelucrează un semifabricat care trece apoi la alte operații (de calandrare, ascuțire, presare etc.), de la suprafața de lucru a cilindrilor nu trebuie cerută o curățenie deosebită, iar scopul rectificării este doar îndepărtarea uzurii neuniforme (care se mărește în mijlocul cilindrului). În cazul cînd valțurile sînt destinate pentru finisare sau calibrare, la rectificare trebuie reconstituită și așa-zisa bombare.

Rectificarea cilindrilor poate fi efectuată: a) pe mașini de rectificat arbori; b) la locul de instalare cu ajutorul unui dispozitiv transportabil de rectificat; c) la locul de instalare prin rodarea cilindrilor unul de altul în prezența unei paste abrazive.

Repararea cilindrilor la uzinele mecanice specializate pentru reparații se efectuează pe mașini de rectificat arbori de tipuri mari. Cilindrul de rectificat se așază pe suporți și se învîrtește încet cu ajutorul acționării, care constă din electromotor și cutia de viteze. Pentru ușurarea așezării și controlării cilindrului, în unele cazuri se folosește o legătură articulată între acționare și cilindrul de rectificat.

Scanned with OKEN Scanner

Schița piesei reconditionate



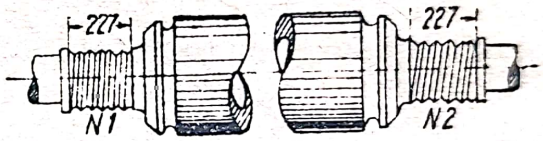
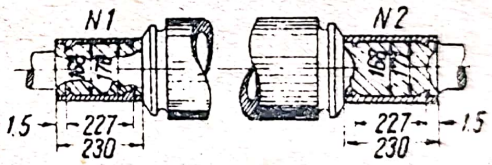
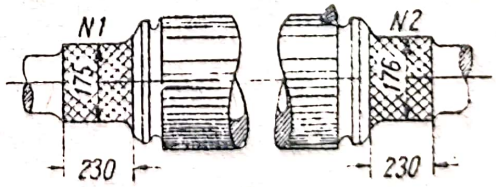
Nr. operației și fazei	Denumirea operațiilor (I-III) și a fazelor	Schița prelucrării
I	Degresare	
II /1 /2	Prelucrare la strung. Se strunjesc fusurile nr. 1 și nr. 2 pe lungimi de 230 mm la Ø 168 mm Se taie pe fusurile nr. 1 și nr. 2 cîte două cozi de rîndunică de 1,0 mm adîncime.	
/3	Se taie pe fusurile nr. 1 și nr. 2 în filet „teșit" 14 spire pe un țol cu 0,5 mm adîncime pe lungime de 227 + 227 mm.	
III /1 /2	Metalizare Acoperirea cu metal a fusului nr. 1 pe lungime de 230 mm la Ø 176 mm (inclusiv adaosul pentru rectificare 2 mm pe diametru). Acoperirea cu metal a fusului nr. 2 pe lungime de 230 mm la Ø 175 mm (inclusiv adaosul pentru rectificare 2 mm/diametru)	

Fig. 200. Fișa procesului tehnologic de electrometalizare a cilindrului de acționare de 400 mm diametru și 940 mm lungime.

Scanned with OKEN Scanner

Fișa tehnologică a procesului de electrometalizare a cilindrului de acționare ⌀ 400 mm, l = 940 mm

Valțul nr._____ secția nr._____

Piesa: cilindru 400 × 940

Material: fontă

Locuri de metalizare: fusuri 2x ⌀ 174 mm l = 235 mm

Tipul mașinii unelte	Strung VT 250 RMȚ-2000												
Instrumentul de tăiere	Cuțit fasonat și de trecere	Cuțit pentru filet (L 60°)											
Instrumentul de măsură	Compas de exterior. Riglă												
Nr. de buc.	24	12											
Deplasarea cuțitului la tăierea filetului, mm		6											
Distanța duzei de la suprafața piesei, mm													
Presiunea aerului, at													
Tensiunea, V													
Intensitatea curentului, A													
Avansul longitudinal, mm/rot	0,5	1,7											
Diametrul sîrmei, mm													
Viteza de avans a sîrmei, mm/min													
Grosimea stratului metalizat													
Pistol de electrometalizare LK-U	Compas de exterior. Riglă	24		80	4	30	90—100	2	1,6	1,5	Fusul stîng 3,5 mm Fusul drept 4,0 mm		

Scanned with OKEN Scanner

Piatra de rectificat este rotită de către un electromotor separat și tot dispozitivul de rectificat se montează pe un suport care se deplasează pe batiu de-a lungul cilindrului.

Rectificarea se face cu pietre de 400—600 mm diametru cu liant ceramic. Pentru prelucrare grosolană se întrebuințează pietre cu o granulație de 24—36; pentru finisare se folosesc pietre cu o granulație de 46—60. Vitezele periferice recomandate se află în limitele de 18—20 m/s pentru piatră și 25—40 m/min pentru cilindru. Pentru a da cilindrului uzat o formă geometrică corectă, adeseori trebuie îndepărtat un strat de metal pînă la 1—2 mm grosime; în acest caz, adîncimea rectificării la o trecere atinge 0,02—0,05 mm, la rectificare de finisare se limitează la o adîncime de pînă la 0,01 mm.

Pe aceste mașini se poate obține o înaltă precizie a prelucrării, caracterizată prin conicitatea sub 0,002 mm pe 1 m lungime a porțiunii de lucru a cilindrului și prin bătaia sub 0,01 mm.

Cu ajutorul unui dispozitiv de copiat[1]), rectificarea poate fi executată de asemenea nu numai după cilindru, ci și după o curbă, calculată dinainte din condițiile încovoierii și a deformațiilor termice ale cilindrului în funcționare, adică în formă bombată.

Dacă dispozitivul de copiat lipsește, bombarea se execută cu un avans transversal manual al dispozitivului de rectificat.

Cu ocazia reparării cilindrilor în atelierele de reparație ale uzinelor chimice, uneori trebuie executată rectificarea la locul de instalare al valțurilor, fără demontarea lor. Această soluție scurtează durata opririi pentru reparație, dar scade precizia prelucrării.

Pentru acest scop în unele uzine se întrebuințează un suport transportabil cu dispozitivul de rectificare, care se instalează pe placa valțurilor. Avansul longitudinal al dispozitivului se realizează manual; cilindrul se rotește cu viteză obișnuită de lucru. Rectificarea cu piatră la locul de instalare durează 2—3 ore[2]).

O metodă de rectificare și mai simplă este rodarea cilindrilor (în decurs de 8—10 ore) cu o suspensie abrazivă, la un spațiu mic între cilindri. Cilindrul antrenat se unge cu o emulsie, care constă 70% din ulei de mașini și 30% din petrol lampant, și se presară cu un strat subțire și uniform de abraziv (de exemplu cu șmirghel, a cărui granulație pe măsura apropierii cilindrului

---

[1]) Ia. I. Eidlin., Бумажная промышленность, № 3 (1950).
[2]) Каучук и резина, № 10, 62 (1940); № 9, 59 (1939).

Scanned with OKEN Scanner

mobil scade de la mărci grosolane Nr. 1 sau Nr. 0 la Nr. 00 și, în sfîrșit, Nr. 0000. În procesul de rodare nu se admite încălzirea cilindrilor peste temperatura de 70°C. Bombarea în acest caz poate fi obținută prin dezaxarea cilindrului mobil față de cel fix, la început la un capăt, apoi la celălalt[1]).

Lagărele valțurilor reprezintă niște corpuri nedemontabile din fontă, cu cuzineții montați, întregi sau compuși din două bucăți (fig. 201). Corpul se toarnă cu canale pentru răcire cu apă (la încărcări mari) sau fără ele. Lagărul se așază cu suprafața sa inferioară pe pragul batiului, iar suprafața sa superioară aderă la traversă. În unele construcții, corpul cilindrului fix se execută cu autocentraj pentru compensarea denivelării axului cilindrului din cauza încovoierii.

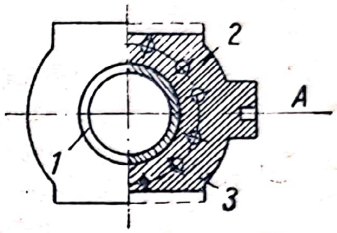


Fig. 201. Lagărul cilindrului:
1 — cuzinet; *2* — corp; *3* — canale pentru răcire.

Deoarece eforturile de distanțare asupra cilindrilor din partea materialului sînt îndreptate orizontal, în cazul frecării egale cu zero, sau înclinate (sub un unghi mic față de orizontală), în cazul frecării sau alunecării materialului, lucrează numai jumătatea fiecărui cuzinet și, deci, este indicat ca în loc de un cuzinet întreg să se monteze în corp numai jumătate a acestuia, dînd o formă corespunzătoare corpului, sau să se folosească un cuzinet din două bucăți, cu jumătăți din bronz, respectiv din fontă.

Presiunea specifică asupra cuzinetului cilindrului nu întrece 50—60 kgf/cm² la o viteză periferică a fusului de 0,3—0,5 m/s. Produsul *pv* este deci 20—30 kgm/cm²·s.

Frecarea are o natură semilichidă, datorită cărui fapt valorile citate ale lui *p* și *pv* sînt relativ mari. Ca material pentru cuzineți în prezent se utilizează bronz compact cu cositor, dar este întrutotul justificată înlocuirea bronzului cu aliaje de tip UAM 10-5.

Repararea cuzineților de bronz poate fi realizată prin metodele de metalizare sau încărcare prin sudură.

În caz de aplicare a încărcării prin sudură cu bronz, avînd în vedere dimensiunile mari ale suprafeței de încărcat (pînă

[1]) Pentru aceleași scopuri, la uzinele de cauciuc sintetic la propunerea tovarășului D o l g o v, lăcătuș la uzina SK-3, se întrebuințează pasta cu următoarea compoziție:

	în kg
Rumeguș	1
Nisip de rîu	0,5
Ulei de mașini	0,5
Petrol lampant	0,5

la 400 mm diametru și pînă la 500 mm lungime), este necesară așezarea cuzinetului într-o baie cu apă, de exemplu prin suspendarea lui cu bride și conducerea încărcării pe generatoare, pe porțiuni separate alternativ.

De obicei, cuzinetul (recondiționat prin încărcare prin sudură sau cel de schimb cu adaosuri de prelucrare, de la magazia pieselor de schimb) se prelucrează în întregime pînă la montarea lui în corp, iar diametrul interior se strunjește la dimensiunea

$$D = d_f + a + 0{,}1$$

în care: d_f este diametrul fusului conform măsurărilor după rectificare, mm;

a — jocul, care se află în limitele 0,4 — 1,0 mm;

0,1 — adaos pentru comprimarea cuzinetului după așezare în corp (în cazul ajustajului cu strîngere), mm.

Valorile mai sus prezentate, ale jocului ($a = 0{,}4 \ldots 0{,}1$ mm) corespund aproximativ la $\frac{1}{500} \ldots \frac{1}{700}$ din diametrul fusului, pe cînd de obicei în îmbinările de tip arbore-alezaj se recomandă un joc de circa $\frac{1}{1\,000}$ din diametru.

Mărirea jocului relativ $\left(\frac{a}{d_f}\right)$ se explică prin necesitatea de a se ține seama de denivelarea axului fusului sub acțiunea eforturilor de distanțare asupra cilindrilor.

Jocurile recomandate, din punct de vedere al teoriei hidrodinamice a ungerii, nu sînt optime, ci doar acceptabile și de aceea în cuzineții cilindrilor nu se poate obține o frecare complet lichidă nici chiar în cazul unei ungeri din belșug.

Micșorarea (datorită dezaxării fusurilor) presiunii stratului de ulei h_{min} către capetele fusului impune acordarea unei atenții deosebite față de calitatea suprafeței fusului și a cuzinetului, pentru a exclude rezemarea fusului cu proeminențele sale pe neregularitățile cuzinetului. Cu șabăruire de calitate sau și mai bine cu rodarea cuzinetului și cu finisarea prin rectificare a fusului, suma neregularităților $\sum R_{med}$ poate fi redusă la 5—10 μ.

Volumul operațiilor la reparația capitală a valțurilor este ilustrată cu norme de timp complexe pentru reparația valțurilor, răspîndite în industria obiectelor de cauciuc și de mase plastice (tabela 22).

Avînd în vedere greutatea apreciabilă a valțurilor (pînă la 50 t o mașină) și puterea mare pe care o transmit elementele acționării (pînă la 150 CP), la asamblarea după reparație trebuie

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 22

Norme complexe de timp pentru repararea valţurilor

Dimensiunile valţurilor	Norme de timp pentru executarea lucrărilor, ore-om						
	pentru lucrări pregătitoare	pentru demontare	pentru repararea valţurilor	pentru asamblare	pentru lucrări de încheiere	pentru probe şi punere în funcţiune	Total
I. Tipul uzinei „Bolşevic" 32″ (rifainer)	5	67	149	93	5	23	342
Tipul uzinei „Bolşevic" 32″ (crecher)	5	57	134	83	5	23	307
II. Valţuri de construcţie veche cu batiuri demontabile:							
37,5″, 40″, 42″	5	55	118	78	5	23	284
28″ şi 30″	5	41	87	57	5	23	218
18″ × 48″	4	34	72	48	4	16	178
16″ × 42″ şi 400 × 1 000	4	28	59	39	4	16	150
14″ × 21″	3	26	56	38	3	16	142

acordată o atenţie deosebită: a) verificării orizontalităţii cilindrilor, cu nivelă precisă pentru arbori; b) verificării jocurilor fusurilor cilindrilor în cuzineţi, aceste jocuri trebuie să fie egale în cuzinetul drept şi cel stîng; c) verificării angrenării roţilor dinţate; d) verificării jocului axial al cilindrilor, care trebuie să fie $\frac{L}{1\,000}$ mm (în care L este lungimea porţiunii de lucru); e) verificării centrării arborelui transmisiei intermediare cu reductor sau cu arbore de transmisie.

Trecînd la caracterizarea scurtă a deosebirilor reparaţiei calandrelor în comparaţie cu cea a valţurilor, trebuie arătat faptul că faţă de calandre se pun pretenţii ridicate în privinţa preciziei dimensiunilor produsului prelucrat şi a calităţii lui, în urma cărui fapt normele de oprire pentru reparaţie şi condiţiile tehnice pentru recepţia acestor maşini după reparaţie sînt mai rigide. În cazul unei producţii importante, durata de funcţionare a cilindrilor între rectificările de reparaţie se reduc la 12 luni pentru maşini cu viteză mică şi la 6 luni pentru maşini cu o viteză relativ mare.

În fig. 202 este reprezentat un calandru cu patru cilindri, cu dimensiunile cilindrilor 457 × 1 219 mm, întrebuinţat în pro-

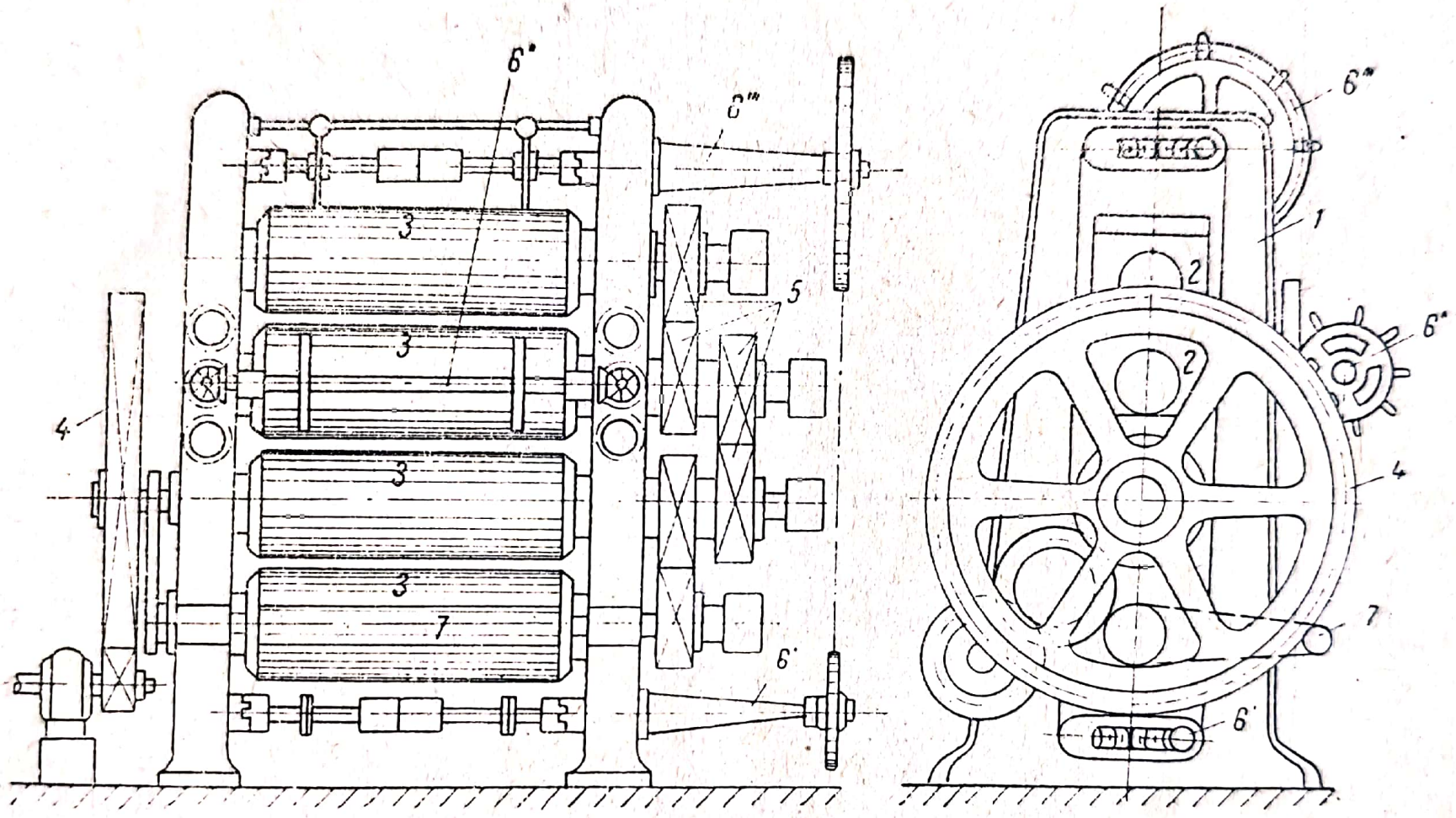


Fig. 202. Schema unui tip de calandru cu patru cilindri:
1 — batiu; *2* — lagăre; *3* — cilindri; *4* — pinion de antrenare; *5* — roți dințate de transmisie; *6′*, *6″*, *6‴* — mecanisme de reglare cu melc; *7* — transportor de alimentare.

Scanned with OKEN Scanner

ducția de cauciuc. În batiurile închise *1* sînt așezați în lagărele lor *2* cilindrii *3*. Al doilea cilindru de jos este cel de acționare și este rotit de către pinionul de antrenare *4*, ceilalți cilindri sînt antrenați și se rotesc datorită roților dințate de transmisie *5*.

Cu ajutorul unor mecanisme de reglare cu melc (*6'*, *6''*, *6'''*), primul, al treilea și al patrulea cilindru (de jos) se pot deplasa în direcție verticală, iar lagărele lor alunecă în canalele de ghidaj ale batiului. Dintre diferitele mecanisme auxiliare, în fig. 202 este arătat transportorul de alimentare *7*.

Caracteristica diferitelor categorii de reparație coincide cu caracteristica dată la pag. 339, pentru repararea valțurilor, cu următoarele deosebiri: a) rectificarea cilindrilor se efectuează nu numai la reparațiile capitale, ci și la cele medii; b) volumul reparațiilor (respectiv volumul lor de muncă) este mai mare decît cel al valțurilor, aproximativ proporțional cu creșterea numărului de cilindri. Astfel, de exemplu, volumul de muncă al reparației capitale pentru valțuri 500 × 1 500 conform normelor unei uzine reprezintă circa 350 ore, iar pentru un calandru cu cinci cilindri 560 × 1 385, la aceeași întreprindere, se ajunge la 1 300 ore, adică de 3,5 ori mai mult; c) la prelucrarea cilindrilor și asamblarea mașinilor se pun condiții mai pretențioase.

În conformitate cu cele expuse, în cazul acelorași cicluri de reparație ca și la valțuri

$$\underset{\text{25 000—40 000 ore}}{\text{K — 10C — M — 10C — M — 10C — K}}$$

durata opririlor pentru reparații este în medie de 2 ori mai mare:

Pentru reparații curente		6—10 ore
Pentru reparații medii	circa	300 ore
Pentru reparații capitale	circa	500 ore

Normativele mai sus indicate nu sînt constante. Astfel, de exemplu, la o oprire pentru reparația capitală a unor mașini cu trei-patru cilindri conform normei de 480 ore, respectiv de 20 zile, există experiența reducerii opririi la 12—16 zile. Reparația rapidă a unor astfel de mașini grele, cum sînt valțurile și calandrele, se asigură în primul rînd prin: a) înzestrarea locului de instalare a mașinilor cu dispozitive temporare de ridicat și cu prese puternice (pentru demontarea roților dințate și a cuzineților); b) organizarea judicioasă a reparării subansamblelor, cu cel mai mare volum de muncă — a cilindrilor cu lagărele.

Analizînd fișele tehnologice existente pentru reparația capitală a calandrelor, se poate stabili că pînă la 35% din întregul

volum de muncă constituie șabăruirea cuzineților lagărelor și ajustarea subansamblelor „cilindri-lagăre" în canalele de ghidare ale batiului, pentru asigurarea paralelismului axelor și a formei geometrice prescrise a jocurilor între cilindri. Pentru această ajustare se consumă peste 400 ore (la reparația unui calandru cu cinci cilindri), deoarece fiecare cilindru se așază și se scoate de pe batiu de 6—8 ori. Aplicînd în acest caz metode corecte pentru descoperirea deteriorărilor la prima demontare și analizînd formularul de demontare, așa cum se face la repararea reductoarelor (fig. 208 p. 360), s-ar putea calcula dinainte mărimile și direcția ajustărilor necesare și s-ar reduce de 3—4 ori numărul încercărilor de așezare și de asamblare a cilindrilor cu batiurile, micșorînd volumul de muncă pentru această parte a reparației. Un timp important consumă de asemenea pilirea și șabăruirea canalelor de ghidare ale batiului stîng și celui drept, lucrare care trebuie înlocuită prin rectificare cu instrumente electrice sau pneumatice transportabile, și prin ajustare cu pastă grosolană GOI.

În felul acesta se poate reduce volumul de muncă al reparațiilor valțurilor și calandrelor cu 40 — 50% în comparație cu normativele.

REPARAREA MAȘINILOR CU MELC

Mașinile cu melc se întrebuințează în industria chimică pentru amestecarea, filtrarea și plastifierea materialelor, pentru confecționarea prin presare continuă (extrudere) a unui produs profilat (țevi, ligaturi, benzi etc.). În fabricile de obiecte de cauciuc și la cele de mase plastice, aceste mașini, în funcție de destinația lor, se cunosc sub denumirea de mașini de șprițuit, prese cu melc, plastifiatoare, extrudere etc. Mașini de construcție asemănătoare și ca destinație în industria de silicați, se numesc prese cu melc (extruder).

Presa cu melc (fig. 203) constă dintr-un cilindru de lucru *1*, fixat pe batiu, melcul *2* și acționarea *6*. Corpul cu canale pentru încălzire și răcire și cu pîlnie de alimentare se toarnă din fontă sau din oțel și se închide cu capacul *9* cu o duză profilată *7*, prin care se presează în exterior masa prelucrată și transportată de melc. Melcul nu numai transportă, dar și presează produsul, obligîndu-l să se formeze în duză și să iasă din ea cu un profil dat. În cazul prelucrării unor produse inițiale în formă de praf (mase plastice, mase de silicat), melcul se execută conic sau cu pasul descrescînd spre ieșire.

Scanned with OKEN Scanner

Melcul se sprijină pe două lagăre de susținere (în construcția de față cuzineții *10* și *11*) și se limitează în direcție axială de rulmentul axial *8* pe bucșa *4*.

În construcții mai complicate, pentru susținere servesc rulmenți cu bile, iar acționarea se completează cu un dispozitiv pentru schimbarea vitezelor (cutie de viteze, cuplaj hidraulic).

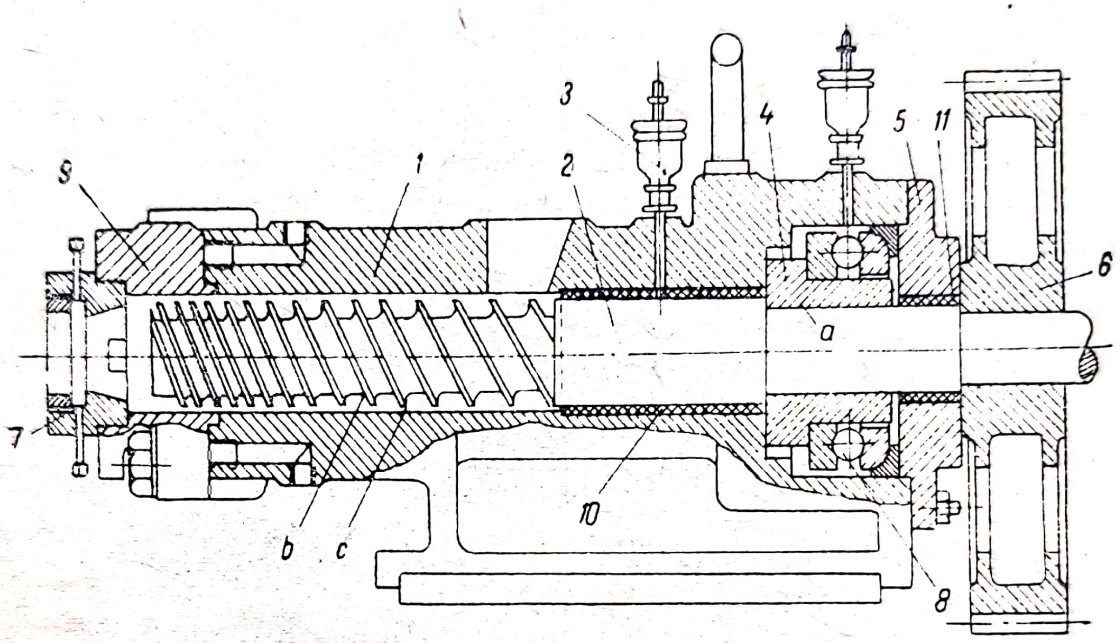


Fig. 203. Schema presei cu melc (extruder):
1 — cilindru de lucru; *2* — melc; *3* — ungător; *4* — bucșă; *5* — capac; *6* — acționare; *7* — duză de profilare; *8* — rulment axial; *9* — capac; *10*, *11* — cuzineți.

La tipurile grele, corpul se căptușește cu o cămașă și astfel nu poate fi uzat de către produs.

În procesul de exploatare se uzează cilindrul (sau cămașa), lagărele de susținere și cel axial, melcul și presele de acționare, precum și duzele de formare.

Duzele reprezintă mai de grabă scule de lucru, decît piese ale mașinii, și uzura lor nu influențează asupra întocmirii ciclului da reparații, a cărui structură recomandabilă este:

$$K - 10C - M - 10C - M - 10 - K$$
$$\text{8 000 — 10 000 ore}$$

Reparația curentă cu oprire de 4—6 ore se limitează la strîngerea tuturor îmbinărilor cu șuruburi, la spălarea sau suflarea canalelor pentru agentul de încălzire și de răcire, și la schimbarea lubrifiantului.

Scanned with OKEN Scanner

La *reparația medie* cu oprire de 48—72 ore se prevede schimbarea lagărelor, repararea roților dințate și, în cazurile necesare, schimbarea cămășii cilindrului.

La *reparația capitală* la aceleași lucrări se adaugă recondiționarea completă sau înlocuirea roților dințate și recondiționarea melcului; oprirea pentru aceasta atinge 100—150 ore.

La examinarea tehnologiei de reparație a mașinilor cu melc merită atenție metodele de recondiționare a cilindrului și a melcului.

Căptușirea cilindrului (fig. 204) este o operație deosebit de importantă, deoarece la alimentarea de către melc a materialului în duză se creează eforturi mari de frecare, care tind să deplaseze cămașa către capătul de alimentare.

Eforturile de frecare (a materialului de cămașă), datorită mișcării de translație a materialului, pot fi considerate egale cu efortul axial asupra melcului, care se determină cu următoarea formulă[1]):

$$F = \frac{72\,000N}{nr\,\mathrm{tg}\,(\alpha + \rho)}$$

în care: N este puterea, CP;
n — turația, rot/min;
r — raza cercului mediu al melcului, cm;
α — unghiul de înclinare al elicei melcului;
ρ — unghiul de frecare a materialului de melc, egal cu 26—38°.

La rezolvarea acestei ecuații pentru o mașină cu melc cu diametrul melcului de 200 mm și cu puterea de 60 CP, efortul axial este egal cu 11 t și cu o oarecare siguranță efortul de presare a cămășii interioare trebuie să fie cel puțin 20 t. Presarea, în cazul lungimii mari a cămășii, prezintă o serie de greutăți și nu asigură integritatea cămășii. De aceea se recomandă montarea cămășilor prin metoda termică. Pentru mașina cu dimensiunile mai sus arătate supradimensiunea i, echivalentă efortului de presare de 20 t, constituie 80—100 μ. Considerînd un adaos de $a = 0{,}1$ mm (pentru intrarea liberă a cămășii), încălzirea necesară a cilindrului se determină în felul următor:

$$\Delta t = \frac{i + a}{\beta D} = \frac{(0{,}1 + 0{,}1)10^5}{1{,}2 \cdot 200} = 100°$$

în care β este coeficientul de alungire liniară a oțelului, egal cu $1{,}2 \cdot 10^{-5}$.

[1]) I. M. Barskov. Каучук и резина, № 12, 36—38 (1940)

Scanned with OKEN Scanner

Întrucît cilindrul are spații interioare pentru încălzire, se folosește abur cu o temperatură de 140—150°C, pentru a încălzi ușor cilindrul cu 100°C, respectiv la 120—125°C, asigurîndu-se astfel, ajustajul necesar fără întrebuințarea vreunui dispozitiv.

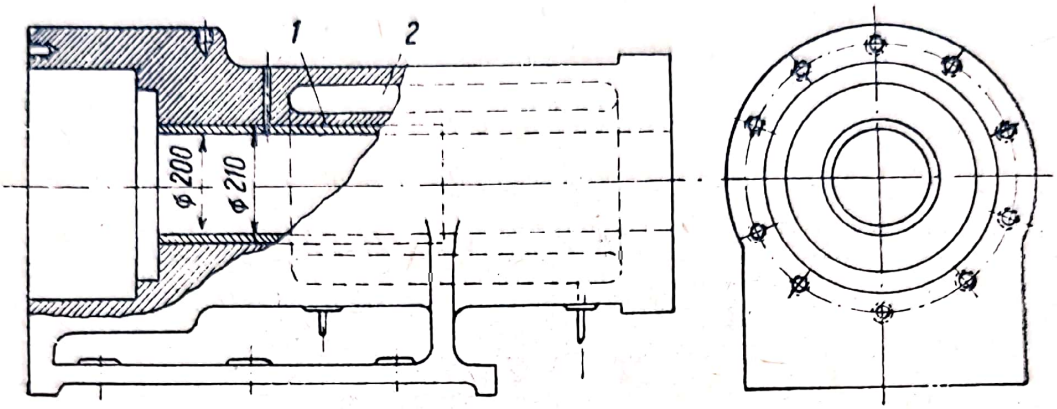


Fig. 204. Cilindrul căptușit al mașinii cu melc:
1 — cămașă; *2* — spațiul interior pentru agentul de încălzire-răcire.

Aceeași metodă poate fi folosită pentru scoaterea cămășii la demontarea mașinii.

Recondiționarea melcului (fig. 205) se reduce la aducerea porțiunilor de ajustaj cu lagărele *1* la diametrul nominal, mărirea melcului în diametru *2* și pe latura de lucru a filetului *3*.

Prima dintre aceste probleme se rezolvă prin metalizarea porțiunilor de ajustaj după tehnologia obișnuită a acestei me-

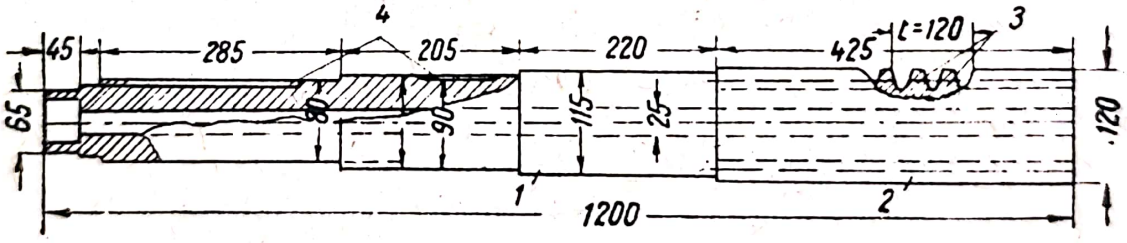


Fig. 205. Melc cu trei începuturi (cu indicarea suprafețelor de uzură și a metodelor de recondiționare):
1 — recondiționare prin metalizare; *2* — recondiționare pe diametru prin încărcare prin sudură; *3* — recondiționarea flancului de lucru al filetului prin încărcare prin sudură; *4* — recondiționarea locașurilor pentru pene prin sudură.

tode, iar a doua și a treia cer aplicarea încărcării prin sudură. După încărcare, melcul trebuie să fie strunjit pe diametru pentru a asigura jocul mic prescris în cămașă, iar profilul filetului poate fi netezit cu un dispozitiv transportabil de rectificat cu piatră abrazivă de diametru mic. Procesul de încărcare trebuie executat pe un dispozitiv înclinat rotativ. Deoarece încărcarea se supune apoi prelucrării mecanice, pentru realizarea ei trebuie

Scanned with OKEN Scanner

întrebuințați electrozi de oțel (ȚȘ1, ȚȘ2 și alții) sau electrozi din sormait Nr. 2 (ȚS-2), iar prelucrarea pe diametru trebuie executată cu o sculă din aliaj dur.

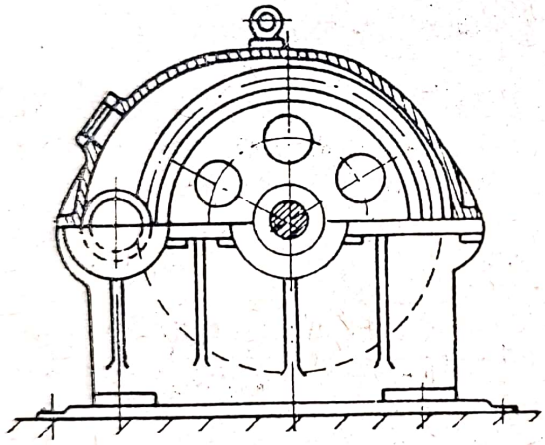
Posibilitatea de recondiționare a melcurilor este importantă în special la repararea mașinilor cu melc cu pas variabil sau de formă conică, care sînt de execuție complicată.

CAPITOLUL X

REPARAREA REDUCTOARELOR ȘI CAPETELOR DE ACȚIONARE (ANTRENARE)

INTRODUCERE

Majoritatea mașinilor din industria chimică se caracterizează printr-o mișcare relativ înceată și de aceea acționarea cu electromotoare se realizează prin diverse sisteme de reducere a turației, mai ales închise.



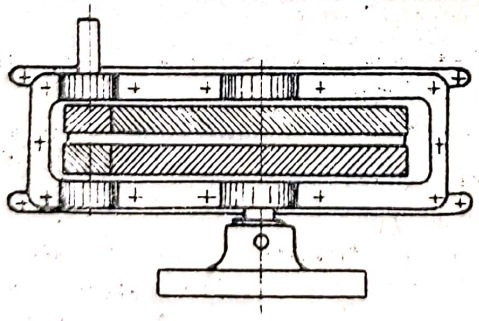


Fig. 206. Reductor cu roți cilindrice cu doi arbori.

Adeseori se întîlnesc reductoare speciale, care asigură acționarea arborelui vertical al diverselor dispozitive de amestecare. Reductoarele dispozitivelor de amestecare sînt în oarecare măsură normalizate și unificate, producîndu-se de către industrii sub forma de reductoare cu melc, planetare și cu pinioane cilindrice sau conice, de tip „cu 3 picioare", „pară" etc.

Neținînd seamă de multitudinea reductoarelor, caracteristicile comune de reparații la multe construcții, permit limitarea studierii tehnologiei de reparații la trei tipuri principale: cilindrice cu o treaptă, cu melc și cu pinioane conice; se recomandă a se rezolva problemele reparării altor construcții prin analogie cu cele descrise.

Scanned with OKEN Scanner

Repararea reductoarelor cu roți cilindrice cu o treaptă

Reductorul universal cu o treaptă și doi arbori, arătat în fig. 206, constă din următoarele piese principale:

corpul și capacul turnate sînt din fontă;
subansamblul arborelui primar (de intrare) cu pinion sînt din oțel;
subansamblul arborelui secundar (de ieșire) cu pinion sînt din fontă sau oțel turnat;
semicuplă;
lagăre cu rulmenți.

Deoarece reparația reductoarelor cu lagăre este mai complicată decît a reductoarelor cu rulmenți, ne vom opri asupra primei variante.

Necorespondența termenelor de funcționare ale pieselor principale ale mașinii deservite și ale pieselor reductorului impune un ciclu de reparații individual pentru reductoare. Astfel, de exemplu, dacă perioada de funcționare între reparațiile capitale ale unei mori cu bile atinge aproape 5 ani, adică întrece adesea 40 000 ore, reductorul care o acționează, în aceeași perioadă poate fi supus la două reparații capitale, din care una să coincidă cu o reparație capitală a morii, iar a doua să coincidă cu una din reparațiile medii ale acesteia.

În condiții normale, ciclul de reparație al reductoarelor cu roți cilindrice se află în limitele 15 000—25 000 ore, în funcție de puterea transmisă și caracterul sarcinii; perioada de funcționare între reparațiile medii reprezintă 6 000—8 000 ore, iar între reparațiile curente 1 500—2 000 ore, ceea ce corespunde următoarei structuri a ciclului: K—C—C—M—C—C—M—C—C—K.

La reparația curentă se execută numai spălarea interiorului, repararea cuzineților și repararea într-o oarecare măsură a dinților pinioanelor.

În decursul reparației medii se toarnă din nou cuzineții, se schimbă cele două pinioane sau cel puțin cel al arborelui primar și se recondiționează fusurile arborelui.

În procesul de exploatare sînt supuși uzurii maxime cuzineții, pinionul arborelui primar și alte piese; într-o măsură mai mică se uzează pinionul arborelui secundar și fusurile arborilor.

Pinioanele pentru reductoarele cu roți cilindrice se confecționează după clasa a treia de precizie, mai rar după a doua (GOST 1643-46), cu frezarea dinților, tratați sau nu termic. Ca o condiție de scoatere din serviciu, adică de reparare sau de schimbare a pinioanelor, se iau următoarele defecte:

1) subțierea dinților ca urmare a uzurii suprafeței de lucru (flancurilor);

Scanned with OKEN Scanner

2) ruperea unuia sau a mai multor dinți;

3) știrbirea unui rînd de dinți de la o parte frontală cu lungimea mai mare decît 1/10 din lungimea dintelui;

4) prezența fisurilor în spițe, coroană sau butuc;

5) uzarea canalelor pentru pene sau canelurilor.

Prelucrarea pinioanelor cu dinți netrataţi, în funcție de uzură, se execută prin reducerea grosimii dintelui măsurat după cercul primitiv cu 5—20% față de nominal, conform tabelei 23.

Valoarea uzurii maxime h se determină din ecuația:

$$h = 0{,}2\, s = 0{,}2\, mz \sin \beta$$

în care: s este grosimea nominală a dintelui (la cercul primitiv), mm;

z — numărul dinților;

m — modulul, mm;

β — jumătatea unghiului la centru, corespunzător unui dinte $\frac{90^\circ}{z}$.

Dimensiunea $s_{real} = s - h$ se măsoară cu ajutorul șublerului pentru dinți. Dacă lipsește la partea frontală a pinionului rizul cercului primar, poziția acestuia se determină în funcție de înălțimea capătului k (în mm) din ecuația:

$$k = m[z/2(1 - \cos \beta) + 1]$$

Tabela 23

Uzura limită a dinților (în grosime) la diverse categorii de reparații care face necesară schimbarea sau recondiționarea pinioanelor

Felul solicitării	Viteza, m/s	Reparație capitală	Reparație medie	Reparație curentă
		uzura, procent din grosime		
Fără șocuri și nereversibilă	2	20—30	15	8
	3—4	15	10	6
	5	8	6	5
Cu șocuri și reversibilă	2	15	10	5
	3—4	10	5	5

Rebutarea datorită uzurii dinților pinioanelor cu dinți tratați termic (cementare, călire la suprafață) sau cu dinți întăriți mecanic (sablare, moletare) se execută la o uzură h egală cu 0,75—0,8 din adîncimea stratului întărit.

Pentru recondiționarea pinioanelor în decursul reparației se folosesc următoarele metode (tabela 24):

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 24

Metode de recondiţionare a pinioanelor

Caracterul deteriorării	Operaţii de recondiţionare	Observaţii
1. Uzura flancului de lucru al dinţilor	Încărcare, prin sudare, cu oţel de construcţie, cu frezare şi rectificare ulterioară sau ajustare sau încărcare prin sudare cu aliaje dure, cu şlefuire ulterioară	Rectificarea sau ajustarea numai pentru pinioane de clasa a doua
2. Ştirbirea unui rînd de dinţi numai la extremităţi pe o lungime de cel mult 0,15—0,20 din lungimea nominală	Strunjirea extremităţii dinţilor pe lungimea locurilor defecte pînă la corpul coroanei.	
3. Ştirbirea 1—5 dinţi în şir la pinioane cu modul mic	Încărcarea prin sudare a întregului loc defect cu frezarea noilor dinţi şi finisare ulterioară	Deformarea posibilă a pinionului necesită controlul la bătaia frontală şi radială şi o tehnică specială de încărcare prin sudare (pe porţiuni sau într-o baie cu apă)
4. Ştirbirea unei părţi a dintelui la pinioane cu modul mare	Montarea unui ştift cu filet, încărcare prin sudare şi ajustare manuală	
5. Ştirbirea a 1 — 3 dinţi la pinioane cu modul mediu	Montarea pe locul fiecărui dinte ştirbit a 3—4 ştifturi cu filet, încărcare prin sudare şi ajustare manuală	Ca urmare a apariţiei deformaţiilor datorite sudurii, este posibilă o deformare a pasului. Este necesar controlul pasului şi al bătăii.
6. Idem, pentru pinioanele cu modul mare	Încastrarea dinţilor prin profile cu coadă de rîndunică, cu fixarea părţilor frontale prin sudare, ştemuire sau prin limitatori cu filet.	

Observaţie: Folosirea metodelor enumerate mai sus pentru repararea pinioanelor tratate termic, necesită o revenire locală prealabilă cu tratare termică ulterioară.

Scanned with OKEN Scanner

Procesul tehnologic de reparație după varianta 6 în cazuri mai complicate de recondiționare a pinioanelor tratate termic se explică în fig. 207 și constă din următoarele operații:

1 Prelucrarea cu piatră de șlefuit cu ajutorul unui aparat de șlefuit portativ sau cu arbore elastic a rămășiții dintelui pînă la obținerea unei suprafețe plane (fig. 207,*a*).

2. Izolarea dinților învecinați cu o pastă umedă de argilă și azbest (argilă — azbest 1 : 1).

3. Recoacerea planului format pe o adîncime de cîțiva milimetri cu o flacără de oxigen.

4. Îndepărtarea pastei și curățirea locului de prelucrare.

5. Mortezarea sau pilirea canalului pentru prindere în formă de coadă de rîndunică la o adîncime $a = \frac{H}{3-4}$ (unde H este înălțimea nominală a dintelui);

6. Confecționarea unui dinte separat din oțel cu picior profilat după fig. 207, *b* prin forjare și tratare termică la dimensiunile:

$$l_1 = l + z; \quad H_1 = H + z + a; \quad s_1 = s + z.$$

în care:

l este lungimea dintelui,

s — grosimea nominală a dintelui pe cercul primitiv;

z — adaosul de prelucrare pentru pilire 2—3 mm.

7. Pilirea prealabilă a dintelui după profil (cu un adaos de prelucrare de 1 mm pentru ajustarea finală) și pilirea precisă a piciorului dintelui după canalul în coadă de rîndunică.

8. Introducerea dintelui cu piciorul profilat în canal, prin loviri cu un ciocan de lăcătușerie (fig. 207, *c*).

9. Fixarea dintelui din părțile frontale cu limitatoare prin prelucrarea prealabilă a găurilor filetate M3-M5 la o adîncime de 5—8 mm.

10. Pilirea finală a dintelui fixat după șablon și contrașablon.

11. Izolarea dinților învecinați cu pastă umedă din argilă și azbest.

12. Călirea superficială sau cementarea cu flacără de gaz cu oxigen, cu ajutorul unui cap arzător cu fantă ȘCIG-100. Pentru călire, pinionul se introduce într-o baie cu apă rece, astfel încît deasupra nivelului apei să se găsească întregul dinte, fixat (fig. 207, *d*). În cazul cementării superficiale, suprafața profilului se presară cu ferocianuri de potasiu. După încălzire suprafața tratată termic se răcește intens cu apă din pulverizator.

Scanned with OKEN Scanner

13. Înlăturarea pastei, curățirea dintelui și controlul acestuia cu șablonul.

La repararea pinioanelor după variantele 1 și 3, frezarea (după încărcarea prin sudarea dinților) poate fi înlocuită prin rabotare la mașini de rabotat transversale sau longitudinale după trasare sau după dispozitivul de copiat. Finisarea dinților obținînd o suprafață cu o clasă de prelucrare 9—10 se execută prin angrenarea pinioanelor unul cu altul.

În scopul de a accelera această operație se pot folosi paste abrazive sau oxidante.

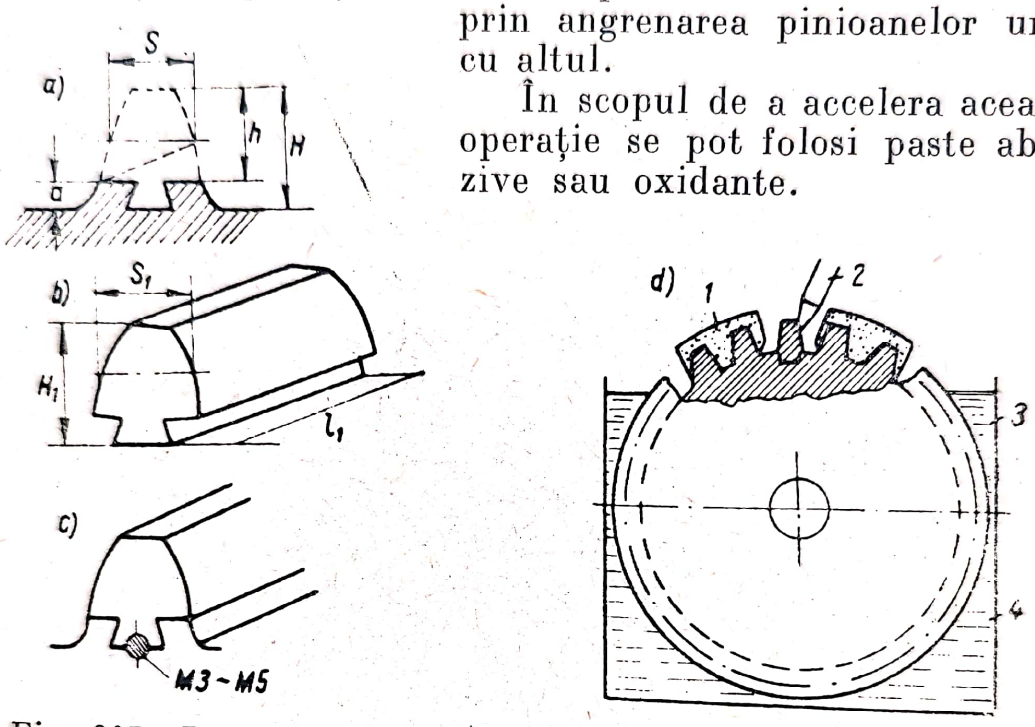


Fig. 207. Reparație prin încastrarea unui dinte la o roată tratată termic:

a — îndepărtarea dintelui uzat sau distrus și prelucrare a canalului coadă de rîndunică; *b* — dinte de înlocuire; *c* — fixarea dintelui; *d* — călirea dintelui: *1* — izolație; *2* — arzător cu fantă pentru călire superficială; *3* — apă de răcire; *4* — cadă.

Rezultate pozitive au fost obținute cu pasta HTZ (la început grosolană, apoi fină).

În compoziția acestei paste intră:

	în %		în %
Carbură de bor B_4C	55	Unsoare de mașină	9
Colofoniu	1	Grafit	20
Unsoare consistentă	15		

În cursul finisării arborele secundar se frînează (de exemplu cu cale de lemn care cuprind semicuplajul), pentru crearea presiunii specifice necesare asupra flancului dintelui supus prelucrării, iar arborele primar se cuplează cu electromotorul.

Pentru prelucrarea reductoarelor este de dorit ca în atelier să existe un banc universal de frînare.

Scanned with OKEN Scanner

Stadiul principal al reparației reductoarelor trebuie considerat demontarea și defectoscopia, în timpul căreia prin măsurarea diferitelor ajustaje se lămuresc sarcinile prelucrării ulterioare, de reparație, care are scopul de a crea ajustaje corecte în subansamblul arbore-cuzinet și jocurile radiale și laterale recomandate

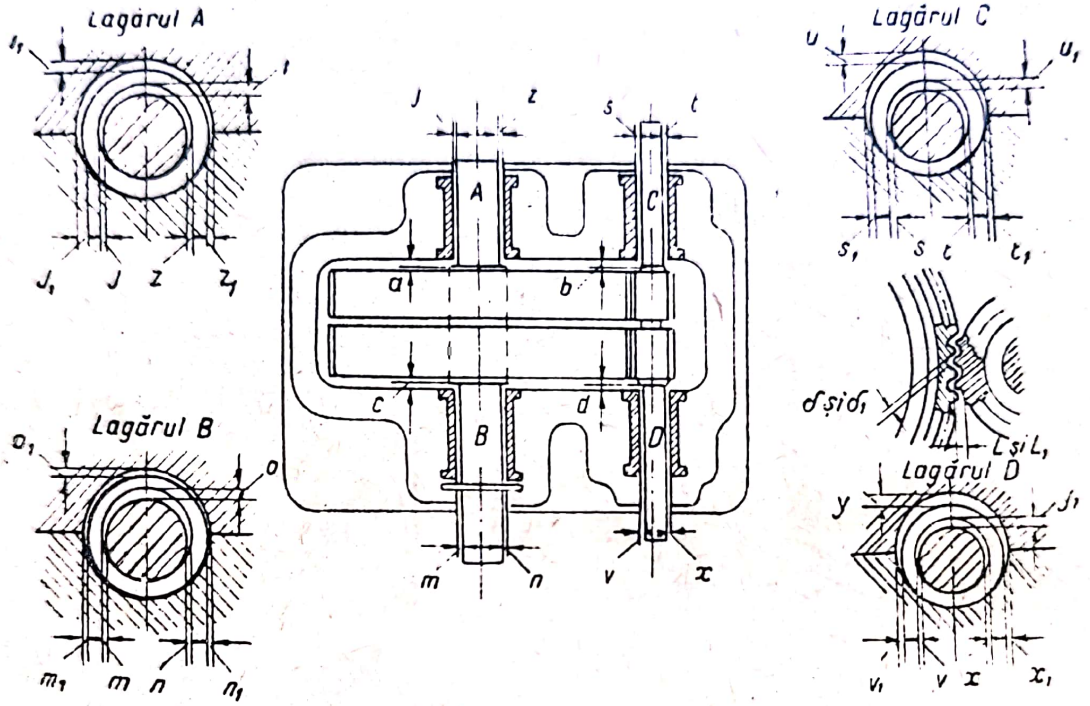


Fig. 208

ax	arbore primar								arbore secundar								angrenaj			
Formular de reparație a reductorului tip	jocurile arbore-cuzinet								distanțele între dinți											
	laterale				superioare		axiale		laterale				superioare		axiale		radiale		laterale	
	t	s	x	v	u	y	b	d	j	z	m	n	i	o	a	b	L_1	L	δ	δ_1
înainte de reparație																				
după reparație																				

	jocuri cuzinet-corp																conicitatea fusurilor			
	t_1	s_1	x_1	v_1	u_1	y_1	—	—	j_1	z_1	m_1	n_1	i_1	o_1	—	—	A	B	C	D
înainte de reparație																				
după reparație	(trebuie să lipsească)																			

pentru angrenarea pinioanelor. Toate datele măsurătorilor din timpul demontării și montării se înscriu într-un formular (fig. 208) și se păstrează în cartea reductorului.

Succesiunea demontării și stabilirii defectelor este următoarea:

1) decuplarea de mașina sau motorul de lucru;
2) demontarea garniturii (indicatorului de ulei etc);
3) desfacerea capacului;
4) măsurarea cotelor în angrenaj;
5) măsurarea cotelor la cuzineți și scoaterea jumătăților superioare ale cuzineților;
6) scoaterea subansamblelor arborelui primar și secundar, precum și a pinioanelor lor;
7) demontarea detaliată a arborelui primar și a celui secundar, cu verificarea jocurilor pinioanelor și a semicuplajelor;
8) îndepărtarea jumătăților inferioare ale cuzineților, pentru reparație.

Stabilirea cotelor efective (pct. 4—5) necesită respectarea unei succesiuni anumite de măsurare și calcul.

După scoaterea capacului reductorului, jumătățile superioare ale cuzineților se lasă pe loc și se strîng temporar cu jumătățile inferioare cu ajutorul unor cleme speciale.

Notînd cele patru fusuri ale reductorului cu A, B, C, D, se măsoară distanțele laterale și superioare între arbore și cuzinet la fiecare fus.

Apoi se măsoară jocul axial al ambilor arbori (distanțele a, b, c, d), distanțele radiale (L_1 și L) și laterale ale angrenajului din ambele părți ale pinioanelor.

Analiza cifrelor înscrise în formular se face în următoarea ordine:

1. După diferența distanțelor radiale ale angrenajului $L_1 - L$ se stabilește încovoierea axului în planul de separație al corpului (ΔL).

2. Din compararea diferențelor spațiilor laterale la cuzineții ambelor axe, adică $(t - x)$ și $(j - m)$, se stabilește existența deformărilor și corectarea lor.

3. Se hotărește răzuirea fețelor laterale respective ale cuzineților, adîncimea răzuirii calculîndu-se în funcție de măsurarea spațiilor t și x sau j și m, cu verificarea analitică a spațiilor radiale care se formează în acest caz în angrenaj (L_1 și L), ținînd seama de încălzirea roților dințate pînă la temperatura de lucru.

Dacă în urma răzuirii și în baza calculului, suma distanțelor laterale ale cuzineților [adică $(j + z)$ sau $(m + n)$ etc.] este prea

Scanned with OKEN Scanner

mare, atunci suprafața opusă ajustată prin răzuire trebuie acoperită cu babbit. Se analizează spațiile superioare la toți cuzineții (i, o, u și y); în cazul cînd ele nu sînt egale, se verifică grosimea stratului turnat de babbit al cuzineților inferiori și se calculează adîncimea de răzuire a unor cuzineți și grosimea de încărcare cu sudură a celorlalți, pentru asigurarea egalității $i = o = u = y = s$ a spațiului nominal recomandat.

4. Se verifică suma jocurilor axiale $(a + b)$ și $(c + d)$, care trebuie comparate cu alungirile de calcul ale arborilor, la temperatura lor de lucru.

Ca urmare a verificării jocurilor și efectuării recomandărilor rezultate din această analiză, cu privire la locul și adîncimea răzuirii sau încărcării cu sudură (în procesul de prelucrare pentru reparare a cuzineților) se obține:

1) orizontalitatea arborilor;
2) paralelismul arborilor;
3) respectarea jocurilor laterale și superioare recomandate ale axelor în cuzineți;
4) respectarea jocului de calcul la ambii arbori;
5) respectarea suprafețelor de contact reciproc recomandate pentru flancurile de lucru ale dinților.

În procesul de montaj, care decurge în succesiunea inversă a demontării, se măsoară din nou toate spațiile, se înscriu în a doua coloană din formular și se verifică în felul acesta calitatea reparației, corespunzătoare celor șase scopuri indicate mai sus.

În cele ce urmează se indică jocurile recomandate și devierile admisibile (notațiile literale sînt făcute după schițele formularului).

I. Angrenajul

1. Jocul radial în angrenaj.

$L_1 \approx L = 0{,}2$ din modul $+ \Delta$,

în care:

$$\Delta = \left(\frac{\beta_1 D_1}{2} + \frac{\beta_2 D_2}{2}\right) \Delta t$$

β_1 și β_2 sînt coeficienții de dilatare liniară a metalului pinionului;
D_1 și D_2 — diametrele (exterioare) ale pinioanelor;
Δt — încălzirea pinioanelor în timpul lucrului (de obicei $\Delta t = 50°C$).

În acest caz însă:

a) $L_1 \approx L$ trebuie să fie $< 0{,}3$ din modul;
b) devierea admisibilă $(L_1 - L)$ este 0,1 mm/m.

Scanned with OKEN Scanner

2. Jocurile laterale din angrenaj:

$\delta_1 \cong \delta = 0{,}05 \cdots 0{,}07$ din modul sau conform tabelei 25.

Devierea admisibilă a spațiilor laterale ($\delta_1 - \delta$) nu trebuie să depășească 0,02 mm.

Tabela 25

Jocurile laterale în angrenajul pinioanelor cu dinți frezați, după normative

Modul, mm / viteză, m/s	2	3	5	6	8	10—14	16—20
<8	0,10	0,15	0,25	0,30	0,35	—	—
8—25	0,18	0,20	0,28	0,35	0,40	0,5—0,7	0,7—0,9
>25	0,19	0,23	0,35	0,44	0,61	—	—

3. Suprafața de contact a fețelor de lucru a dintelui, verificată prin vopsire la rotire:

pe lungimea dintelui ..... $\geqslant$ 65% din lungimea dintelui
pe înălțimea dintelui ..... $\geqslant$ 60% din înălțimea dintelui

II. Arborii

1. Neparalelismul arborilor în plan orizontal nu trebuie să depășească 0,03 mm/m (neparalelismul se măsoară cu micrometrul de interior pe ambele părți ale pinionului).

2. Jocul axial:

arborele secundar:

$$a + b = \beta l' \Delta t + (0{,}05 \cdots 0{,}1)$$

arborele primar:

$$c + d = \beta l'' \Delta t + (0{,}05 \cdots 0{,}1)$$

în care β este coeficientul de dilatare liniară a arborelui;

l' și l'' — lungimile arborilor;

Δt — încălzirea arborilor (de obicei $\Delta t = 50°C$).

III. Cuzineții

1. Jocul superior:

Arborele secundar $i = o = (0{,}0015 \cdots 0{,}002)$ din diametrul arborelui secundar.

Arborele primar $u = y = (0{,}0015 \cdots 0{,}002)$ din diametrul arborelui primar.

2. Jocurile laterale. Suma jocurilor laterale în fiecare cuzinet nu trebuie să depășească jocul superior.

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 209 reprezintă un reductor tipic cu melc, de putere mică, utilizat pe scară largă în acționarea multor mașini cu mers liniștit din fabricile chimice.

La demontare, un astfel de reductor se desface în cîteva subansamble principale: corpul, subansamblul arbore-roată melcată, subansamblul arbore melc, subansamblele rulmenților și ale semicuplei.

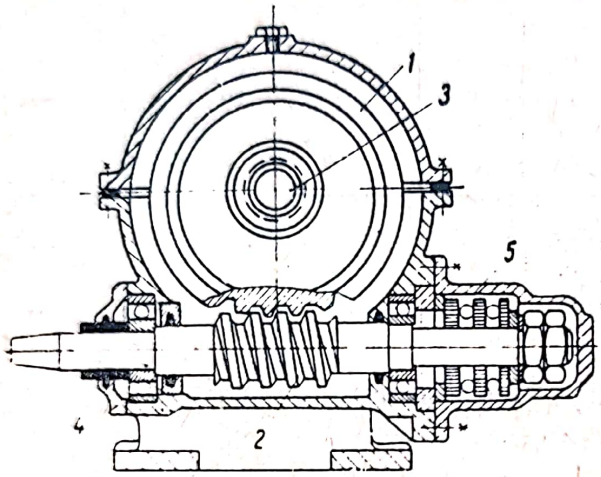


Fig. 209. Reductor cu melc:
1 — coroana roții melcate; *2* — arbore-melc; *3* — cuzinetul arborelui roții melc; *4* — lagăr radial; *5* — lagăr dublu axial.

În procesul de exploatare se uzează coroana roții melcate, lagărele și arborele melc.

Reparația curentă și cea medie cuprinde repararea sau înlocuirea lagărelor și cuzineților și verificarea angrenajului; la reparația capitală se mai înlocuiește în afară de aceasta arborele melc și se repară coroana roții melcate. Norma de rebutare pentru înlocuirea arborelui-melc și a coroanei este atingerea unei adîncimi de uzură de ordinul 20% din grosimea nominală a elicei sau dintelui.

Coroanele roților melcate se recondiționează prin metodele descrise mai sus pentru roțile cilindrice, regimurile de încărcare prin sudare a coroanelor din bronz alegîndu-se după indicațiile de la p. 92 Recondiționarea arborilor-melc nu este uzuală (arborele melc se înlocuiește cu unul de rezervă).

Prelucrarea coroanelor roților melcate încărcate prin sudare, precum și confecționarea lor ca piese de schimb, prezintă în condițiile de reparare anumite dificultăți. În funcție de parcul de mașini de lucru disponibil, această problemă se rezolvă în două feluri:

1. În cazul cînd nu se dispune de o mașină de prelucrat roți dințate, roțile se taie pe o mașină de frezat universală cu o freză elicoidală.

În acest scop se confecționează doi arbori-melc, de lucru, identici: unul din ei se fixează pe reductorul reparat, iar al doilea se utilizează ca freză elicoidală, tăindu-se în spirele lui ca și la freză caneluri, care formează dinții de tăiere. Roata prelucrată se

Scanned with OKEN Scanner

fixează liber și se poate roti în mașina de frezat, adică se asigură o mișcare de rostogolire.

2. În cazul cînd se dispune de o mașină de prelucrat roți dințate, prelucrarea dinților roții elicoidale este mai ușoară și mai ieftină. Pe coroană se taie mai întîi cu o freză disc corespunzătoare, canelurile pentru adînciturile dinților și apoi se face prelucrarea dinților cu un cuțit mobil, adică cu un instrument mult mai ieftin decît frezele elicoidale.

Cuțitul mobil și șablonul de control (fig. 210) se confecționează în funcție de dimensiunile individuale ale dinților roților melcate. Toate dimensiunile și unghiurile care determină forma cuțitului se găsesc din calcul, dacă se cunosc dimensiunile roții și ale arborelui melc cu care ea se îmbină.

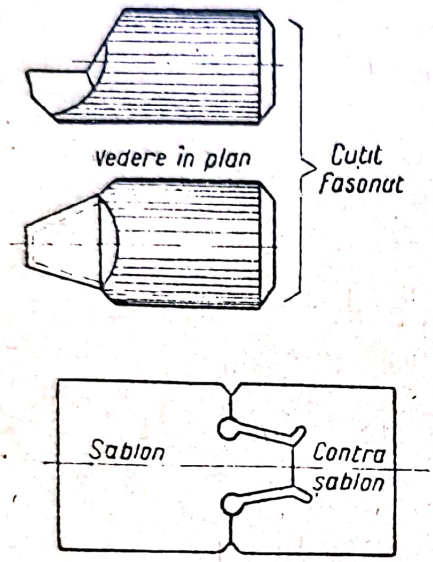


Fig. 210. Cuțit mobil și șabloane pentru tăierea roților melcate.

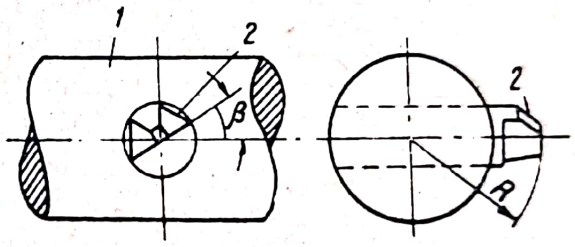


Fig. 211. Fixarea cuțitului mobil de dornul rotund:
1 — dorn; *2* — cuțit mobil.

Cuțitul se fixează pe un dorn sub un unghi β și cu vîrful în *R* (fig. 211) care de asemenea se determină prin calcul.

Dornul împreună cu cuțitul mobil se fixează pe suportul frezei de tăiere a dinților.

Roțile dințate globoidale, care se întîlnesc rar la reductoarele mașinilor în industria chimică, se taie pe mașina de prelucrat a roții dințate cu un cuțit dublu, mobil.

În funcție de condițiile tehnice, reductoarele cu melc se împart în patru clase. Din clasa 1 fac parte reductoarele foarte precise pentru mașini și dispozitive speciale, din clasa a 2-a, reductoarele cu melc cu viteza mai mare de 3 m/s, iar din clasa a 3-a și a 4-a, reductoarele cu mers liniștit, din care fac parte majoritatea reductoarelor. La prelucrarea roților melcate și arborilor-melc din clasele a 3-a și a 4-a se poate păstra clasa 6 pînă la 7 de precizie de prelucrare cu ajustare ulterioară; arborii-melc și roțile melcate ale

reductoarelor din clasele a 1 pînă la a 2-a se șlefuiesc, iar suprafața elicei și dinților se prelucrează la clasa de precizie 9 pînă la 10.

La montajul de reparație al reductoarelor cu melc, problema cea mai importantă este asigurarea unei angrenări corecte a arborelui melc cu dinții roții melcate. În acest scop se face verificarea distanței dintre centre, a jocurilor în angrenaj, a cursei moarte și a unghiului în plan dintre axele roții și arborelui-melc.

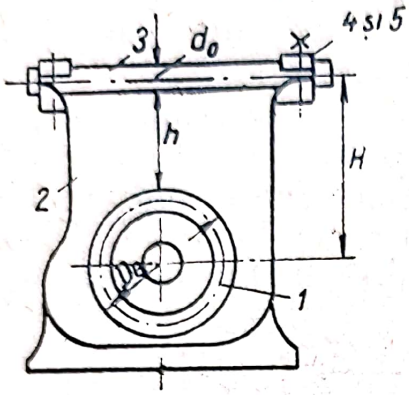


Fig. 212. Verificarea distanței între centre H la un reductor cu melc:

1 — arbore melc; *2* — corp; *3* — dorn special; *4* — jumătatea superioară a cuzinetului; *5*—bretară.

Verificarea distanței dintre centre se poate face în felul următor (fig. 212). După așezarea în corpul *2* a lagărelor și arborelui-melc *1*, se fixează pe cuzinetul inferior al corpului în locul subansamblului arborelui roții melcate, numai un arbore sau un dorn special *3*, apoi se pun la loc jumătățile superioare ale cuzineților *4*, care sînt temporar strînse cu brățările inferioare *5*. În această poziție, adică cu capacul aplicat pe corp, se verifică cu micrometrul de interior dimensiunea h dintre diametrul exterior al arborelui-melc și arborele roții sau dornului. Distanța dintre centre se calculează prin însumarea dimensiunilor

$$H = h + \frac{d_0 + D_e}{2},$$

Devierea dimensiunii H de la cea nominală nu trebuie să depășească $\pm 0{,}1$ mm (clasa a 3-a a transmisiilor cu melc) sau $\pm 0{,}2$ (clasa a 4-a).

În acest stadiu de montaj poate fi verificată și perpendicularitatea (în plan) axelor melcului și roții (fig. 213, p. 367).

Aplicînd la capătul arborelui-melc un indicator special și rotindu-l cu 180° se determină jocurile a_1 și a_2 între vîrfurile indicatorului și dornului. Diferența acestor jocuri este admisibilă în limitele $0{,}03\frac{2r}{b}$ mm, în care r este raza indicatorului, b — lățimea roții.

De obicei se apreciază corectitudinea asamblării angrenajului după o serie de indici indirecți: după urmele pe dinții roții, după mărimea cursei moarte și după ușurința și uniformitatea de rotire. Verificarea pentru stabilirea urmelor se face pe reductorul

Scanned with OKEN Scanner

gata asamblat, însă cu capacul geamului de sus scos. Vopseaua, aplicată în prealabil în strat subțire pe arborele-melc, trebuie să acopere cel puțin $^1/_2$ din lungimea fiecărui dinte al roții și $^2/_3$ din înălțimea sa (clasa a 3-a).

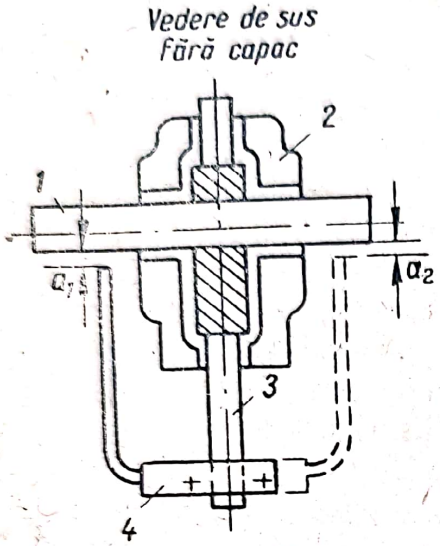


Fig. 213. Verificarea perpendicularității axelor la un reductor cu melc:
1 — dorn; *2* — jumătatea inferioară a corpului reductorului; *3* — capătul arborelui-melc; *4* — indicator pe brățară.

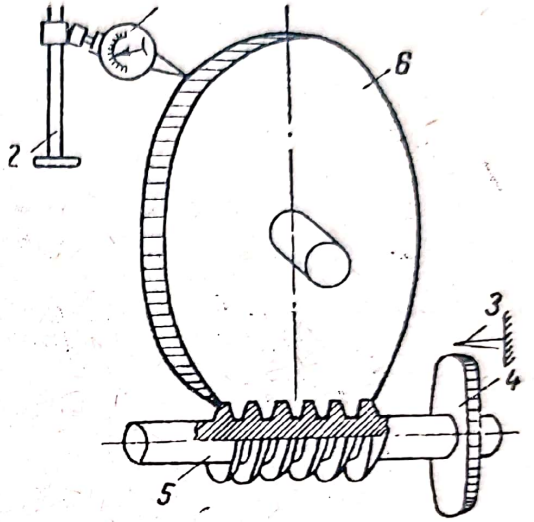


Fig. 214. Schema verificării cursei moarte:
1 — indicator; *2* — tijă cu ac; *3* — ac indicator; *4* — cadran; *5* — arbore-melc; *6* — roată-melc.

Verificarea jocurilor laterale se face prin măsurarea cursei moarte.

Jocul normal lateral al angrenajului este:

de la 0,15 mm (pentru $m < 5$ mm și $H = 150...300$ mm)
pînă la 0,2 mm (pentru $m = 5-10$ mm și $H = 150...300$ mm).

Acestor valori ale jocului lateral le corespunde o cursă moartă:

10° ..... pentru melcul cu un început;
5° ..... pentru melcul cu două începuturi;
3,33° ..... pentru melcul cu trei începuturi.

La capătul arborelui-melc al reductorului asamblat (fig. 214) se aplică un cadran *4* cu gradații, iar pe suprafața cea mai apropiată și imobilă a reductorului se fixează un suport cu un ac indicator *3*. La unul din dinții roții se aduce prin fereastra de observație un indicator *1* și se determină unghiul de rotire al cadranului *4*, menținînd fix acul indicatorului *1*, adică unghiul cursei moarte, care trebuie să se adaoge la toleranțele indicate mai sus.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru verificarea uniformității forței (momentului de torsiune), pe capătul arborelui roții melcate ieșit în afara corpului se înfășoară de cîteva ori un șnur și cu un sistem de scripeți se încarcă cu greutăți, pînă cînd arborele roții melcate împreună cu arborele melc încep să se rotească. Verificarea se repetă sub cîteva unghiuri de așezare a arborelui. Devierile greutății încărcăturii, admisibile în acest caz, reprezintă 30%.

Pentru efectuarea verificării descrise mai sus, este necesară o trusă compusă din următoarele instrumente și dispozitive: dorn, brățări, indicatori, cadran, ac indicator și bară cu scripeți.

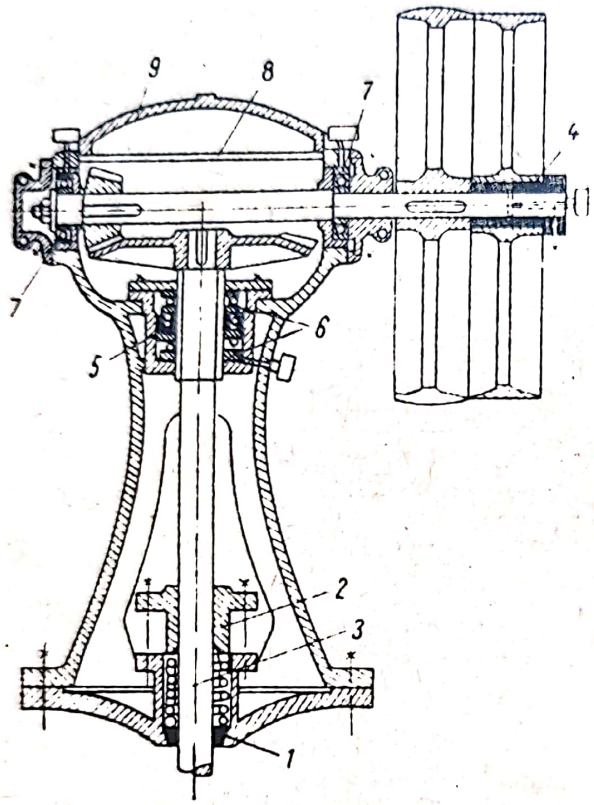


Fig. 215. Reductor tip „pară“:
1 — bucșă; *2* — bucșă de strîngere a cutiei de etanșare; *3* — arbore (la locul de fixare a garniturii); *4* — bucșa roții libere; *5* — lagăr radial al arborelui vertical; *6* — lagărele axiale ale arborelui vertical; *7* — lagărele radiale ale arborelui orizontal; *8* — pinion; *9* — roată dințată.

Repararea reductorului cu turație de tip „pară“ (fig. 215).

Reductorul de tip „pară“ este destinat pentru transmiterea rotirii la arborii verticali ai dispozitivelor de amestecare și se montează pe capacul aparatului. Arborele de antrenare, care trece prin capac este legat de arborele amestecătorului cu ajutorul unei cuple. În partea inferioară a corpului dispozitivului de acționare există o cutie de etanșare, care împiedică ieșirea uleiului. Corespunzător alegerii roților conice, se realizează un raport de transmisie de 1 : 1, 1 : 2 și 1 : 3.

Dintre piesele supuse uzurii fac parte:

a) bucșa de fund și bucșa de strîngere a cutiei de etanșare *2*
b) arborele vertical *3* la locul de montare a garniturii

} datorită funcționării cutiei de etanșare ca al doilea lagăr radial.

c) bucșa roții libere *4*
d) rulmenții în subansamblurile arborilor verticali și orizontali *5*, *6* și *7*.
e) roțile dințate *8* și *9*.

Scanned with OKEN Scanner

De multe ori uzura porțiunii din arbore care trece prin cutia de etanșare poate fi evitată aplicînd pe arbore o bucșă de protecție demontabilă. În cazul unei astfel de îmbunătățiri, reparația curentă a dispozitivului de acționare se va rezuma la înlocuirea sau repararea numai a detaliilor cutiei de etanșare și bucșei roții libere, și se va face odată la 1 500—2 000 ore de lucru; reparația medie prevede înlocuirea lagărelor și repararea roților dințate odată la 6 000—8 000 ore; în cadrul reparației capitale se include în afară de cele de mai sus înlocuirea roților dințate odată la 15 000—20 000 ore de funcționare.

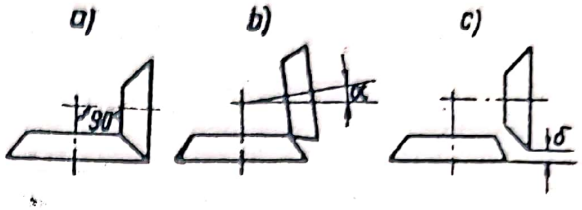


Fig. 216. Poziția reciprocă a roților conice la montaj:
a — corectă; *b* — dezaxare; *c* — deplasare.

Pentru reparare, reductorul se desface de aparat și se demontează în atelierul de reparație, iar în locul lui se fixează un reductor gata montat, de rezervă.

Momentul cel mai important al montajului îl constituie verificarea angrenării roților conice. Exactitatea angrenării este influențată de:

1) respectarea unghiului dat între axe (90°) cu o toleranță de 0,15 — 0,25 mm la 100 mm lungime a dintelui;

2) contactul periferiilor inițiale pe partea exterioară într-un singur punct, cu o exactitate de 0,05 mm.

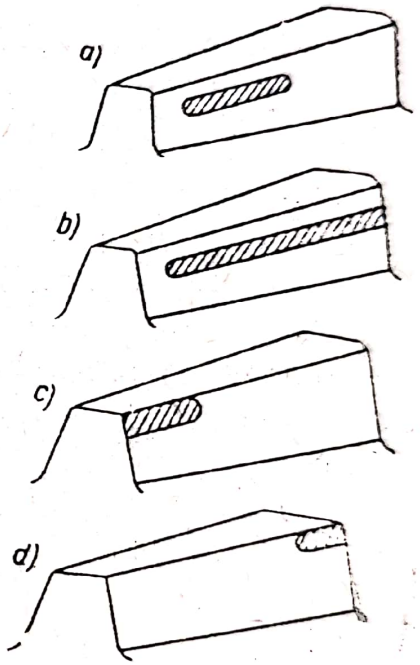


Fig. 217. Imprimare cu vopsea pe dintele unei roți dințate conice:
a — corectă; *b* — alungită (joc lateral mic); *c* și *d* — dezaxarea unghiulară a axelor.

În fig. 216 este arătată poziția corectă a roților dințate *a*, dezaxarea axelor *b* și deplasarea roților *c*. Controlul unghiului α pentru vîrful imaginar nu se admite fără dispozitive speciale. Din această cauză, la această construcție a reductorului dezaxarea axelor este puțin probabilă în cazul cînd corpul este corect strunjit la început. De aceea în timpul reparației se face numai reglarea angrenării cu ajutorul șaibelor de etanșare de sub roata dințată a arborelui vertical și se controlează jocurile laterale cu calibre sau prin imprimare cu plumb, iar adiacența profilelor se determină prin imprimare cu vopsea (fig. 217).

Scanned with OKEN Scanner

Jocurile laterale normale ale roţilor dinţate conice din clasa a 2-a sînt indicate în tabela 26.

Tabela 26

Jocurile laterale în angrenajele pinioanelor conice de clasa a 2-a

Modul	mm	2	4	6	8	12
Joc lateral....	mm	0,05—0,09	0,10—0,14	0,15—0,18	0,20—0,25	0,30—0,35

Imprimarea cu vopsea pe dinţii roţii dinţate nu trebuie să fie mai scurtă decît:

pentru clasa a 2-a, 60% din lungime şi 40% din înălţime,
pentru clasa a 3-a, 50% din lungime şi 30% din înălţime,
pentru clasa a 4-a, 40% din lungime şi 20% din înălţime.

La proba fără sarcină, semnele imprimate trebuie să se deplaseze pe roata de acţionare (pinion) la capătul subţire (interior) al dintelui, deplasîndu-se cu 2—3 mm de la marginea *a*.

Alungirea excesivă a semnului imprimat în spre capătul gros al dintelui dovedeşte un joc lateral mic, iar deplasarea semnului imprimat de la mijlocul spre vîrful dintelui — o dezaxare a axelor.

CAPITOLUL XI

REPARAREA UTILAJULUI CHIMIC

PROBLEMELE FUNDAMENTALE PENTRU REPARAREA UTILAJULUI CHIMIC

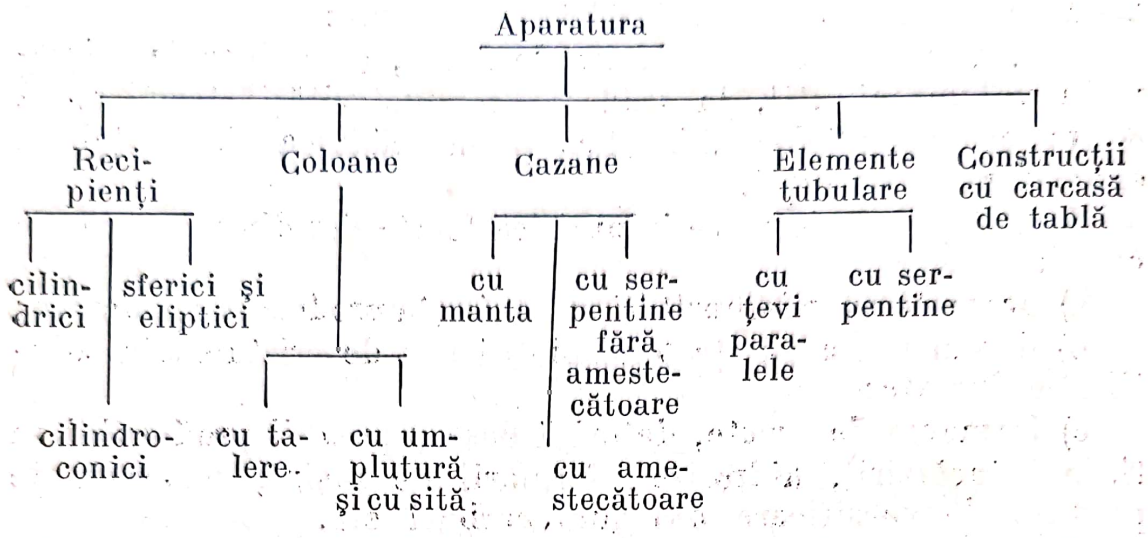
Se numeşte aparatură chimică aparatura uzinelor chimice în care se efectuează procese fizico-chimice (reacţii sau operaţii auxiliare), sau se face recepţia şi transportul produselor, fără ajutorul mecanismelor, sau cu o utilizare foarte restrînsă a acestora.

Elementul principal al aparatelor chimice îl constituie recipienţii şi elementele tubulare în diverse asamblări.

Din punct de vedere al tehnologiei reparaţiei, aparatura chimică poate fi clasificată după următoarea schemă:

Scanned with OKEN Scanner

După caracteristica constructivă



După condiţiile de lucru

Aparatura

I	II	III	IV
Aparate care lucrează sub presiunede gaze	Aparate care lucrează sub presiunea lichidelor[2])	Aparate fără presiune, dar care necesită o etanşeitate perfectă	Aparate sub presiune hidraulică
I Aparate de presiune înaltă de categ. I şi II[1])	I Aparate de categ. III[1])	I Aparate de categ. VI şi V[1])	I La temperaturi ridicate	I La temperaturi moderate	I Aparate sub vid	I Aparate pentru substanţe toxice	

În procesul de exploatare capacitatea de lucru a aparaturii scade treptat, datorită unei serii de schimbări, care au loc atît

(Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, углетехиздат, 1957).

[1]) După nomenclatura Inspectoratului de cazane.

Pentru R.P.R. sînt valabile: „Instrucţiuni tehnice pentru construirea, repararea, instalarea, funcţionarea şi controlul recipienţilor stabili sub presiune". E.S.P.I.P. 1955 (N. Red. Ed. T.).

„Instrucţiuni tehnice pentru construirea, repararea, controlul şi utilizarea recipienţilor transportabili sub presiune". E.S.P.I.P. 1955 [N. Red. Ed. T.].

„Instrucţiuni tehnice pentru construirea, repararea, instalarea, exploatarea şi controlul cazanelor de aburi". E.S.P.I.P. 1955 [N. Red. Ed. T.].

„Instrucţiuni tehnice pentru construirea, repararea, instalarea, funcţionarea şi controlul recipienţilor stabili de amoniac sub presiune din industria sintezei amoniacului şi din industria frigorifică".

D. G. M. 16.01 1958 [N. Red. Ed. T]

[2]) Sub temperatura de fierbere.

Scanned with OKEN Scanner

la suprafața materialului de construcție, cît și în interiorul acestuia. Dintre aceste schimbări fac parte:

1. Impurificarea suprafețelor de lucru, care duce la micșorarea volumului util, la scăderea conductivității termice, la creșterea rezistențelor hidraulice și la scăderea siguranței în exploatarea utilajului.

Suprafața interioară se impurifică foarte des din următoarele cauze:

a) prezența unor impurități mecanice în produsele prelucrate;

b) depunerea unui strat de piatră sau de cristale din soluțiile prelucrate;

c) formarea de cruste, datorită descompunerii produsului în timpul încălzirii, hidrolizei, formării de rășini, separării de produse de cocsificare din hidrocarburi etc.

d) proceselor de coroziune a materialelor de construcție.

2. Pierderea etanșeității îmbinărilor diferitelor părți ale aparatelor micșorează randamentul acestora sau exclude posibilitatea exploatării lor în continuare.

Îmbinările demontabile ale aparaturii chimice constau, de regulă, din flanșe cu șuruburi și garnituri de etanșare.

Pierderea etanșeității are loc mai ales datorită acțiunii agresive a mediului, distrugerii materialelor de etanșare, micșorării proprietăților elastice ale garniturii și șuruburilor (datorită variației dese a solicitărilor și acumulării deformațiilor remanente).

În multe cazuri pierderea etanșeității la îmbinările cu flanșe poate fi înlăturată printr-o strîngere suplimentară a șuruburilor, însă după un număr oarecare de astfel de operații etanșeitatea îmbinării respective nu mai poate fi restabilită fără demontarea și repararea acesteia.

Pierderea etanșeității îmbinărilor fixe (sudate, nituite, lipite sau mandrinate) este în majoritatea cazurilor o urmare a deteriorării îmbinării ca atare, care va fi caracterizată mai tîrziu. În unele cazuri, apariția scurgerilor la îmbinările nituite sau mandrinate poate să nu fie însoțită de formarea fisurilor și să fie numai o urmare a scăderii tensiunilor interne inițiale ale materialului pieselor îmbinate, care creaseră la început etanșeitatea necesară.

Defectele de etanșare a îmbinărilor fixe necesită pentru înlăturarea lor operații de reparație mai complicate, care pot

Scanned with OKEN Scanner

merge pînă la renituire, remandrinare, resudarea cusăturilor sau înlocuirea anumitor piese.

3. Uzura de suprafață micșorează grosimea peretelui aparatului și, în cazul cînd la dimensionarea de rezistență nu s-a prevăzut o rezervă suficientă, aparatul este scos rapid din uz. Uzura de suprafață se datorește coroziunii, eroziunii și altor procese legate de prelucrarea mediilor respective.

La toate aparatele care lucrează sub presiune sau în alte condiții grele de lucru, și care fac parte din grupa respectivă de clasificare, trebuie stabilite de la început norme de rebutare și instrucțiuni de exploatare.

La baza elaborării acestor norme stă principiul păstrării unui coeficient de siguranță și stabilirii valorii admisibile a uzurii printr-o dimensiune absolută, așa numitul adaos C (pentru coroziune și eroziune), care este cuprins în toate formulele de calcul.

Astfel, de exemplu, pentru elementele cilindrice, care lucrează la presiune interioară și la o valoare de calcul a grosimii peretelui

$$s = \frac{p \cdot D}{230 \cdot \sigma_a \cdot \varphi} + C;$$

grosimea limită admisibilă pentru perete va fi:

$$s_{lim} = \frac{p \cdot D}{230 \cdot \sigma_a} \qquad (1)$$

în care: p este presiunea maximă de lucru, kgf/cm²;
D — diametrul interior, mm;
σ_a — solicitarea admisibilă, kgf/cm²;
φ — coeficientul de rezistență al îmbinării longitudinale.

Normele de rebutare se înscriu în pașaportul aparaturii confecționate.

4. Devieri locale de formă: ovalizarea secțiunii, apariția adînciturilor sau ieșiturilor și alte defecte, micșorează siguranța în exploatare a aparatului. Cauza devierii formei în anumite porțiuni ale suprafeței o constituie scăderea în anumite locuri a coeficientului de siguranță a metalului, datorită micșorării posibile a proprietăților mecanice, sub influența supraîncălzirii sau coroziunii locale, sau a concentrării unor tensiuni mai mari în locurile cu tăieturi, în locul de îmbinare a cusăturilor sudate etc.

Devierea formei are loc de obicei în porțiunile aparatelor care lucrează sub presiune exterioară, ceea ce se explică teoretic prin fenomenul cunoscut al pierderii stabilității conturului

Scanned with OKEN Scanner

la creșterea presiunii efective peste valoarea sa critică, pentru anumite proprietăți mecanice ale materialului și la o temperatură dată.

5. Distrugerea locală a integrității secțiunii pereților aparatelor sub formă de fisuri sau burdușiri care se pot forma fie datorită devierii formei, fie din cauza șocurilor hidraulice și altor fenomene.

Foarte caracteristică pentru aparatura chimică este formarea fisurilor în zonele de concentrare a cusăturilor sudate și în porțiunile rotunjite ale aparatelor, executate cu o rază de curbură mică și fără tratament termic (borduirea fundurilor etc).

Considerațiile cu privire la caracterul și cauzele apariției celor cinci feluri de defecțiuni expuse mai sus la aparate în decursul procesului de exploatare, duc la concluzia că și în cazul aparaturii chimice trebuie utilizate principiile de bază ale reparațiilor preventive planificate.

Aparatele trebuie supuse periodic unui control, cu participarea Inspectoratului de cazane, unor reparații curente (curățire și etanșare), unor reparații medii și capitale (îndepărtarea tuturor defectelor).

La planificarea reparațiilor se ține seama de:

a) necesitatea concordanței termenelor reparațiilor medii și capitale cu termenele reviziilor și verificărilor Inspectoratului de Cazane (pentru aparatura din prima grupă de clasificare din punct de vedere al condițiilor de lucru);

b) concordanța termenelor de reparație a aparatelor care formează un singur agregat de lucru;

c) necesitatea organizării după anotimp a lucrărilor de reparare pentru aparatura de dimensiuni mari, care funcționează în aer liber (căptușită).

PREGĂTIREA PENTRU REPARARE, CURĂȚIRE ȘI STABILIREA DEFECTELOR

Pregătirea preliminară a aparaturii care urmează a fi reparată constă în efectuarea unei serii de operații, care asigură protecția muncii și protecția contra incendiilor.

Aparatura care urmează a fi reparată și porțiunile de conducte legate de ea se deconectează de restul agregatelor în funcțiune.

Fixarea unor flanșe oarbe pe conducte trebuie făcută numai după ce s-a întrerupt alimentarea cu gaze sau lichide a aparatului

Scanned with OKEN Scanner

care urmează a fi reparat și s-a suflat tot volumul aparatului cu abur sau gaze inerte. Suflarea preliminară se face conectînd în circuit înaintea aparatului o ramificație provizorie de la conducta de abur sau de la conducta principală de gaz inert și eliminînd amestecul uzat printr-o deschidere amplasată după aparat, adică printr-un ștuț de evacuare prevăzut cu o țeavă care se scoate afară din clădire.

După suflare, atmosfera din aparat se verifică la inflamabilitate și toxicitate.

Proba la inflamabilitate se face trecînd o scînteie electrică printr-o probă de amestec luată din vas și introdusă într-un balon de 0,5 pînă la 1 litru. Balonul se umple întîi cu apă, apoi se introduce în aparat, se scurge apa și se închide cu un dop cu bujie, după care se trece într-o încăpere care nu prezintă pericol și se așază într-o manta de protecție. Capetele bujiei se leagă cu bobina secundară a transformatorului. La conectarea curentului în bobina primară și în cazul cînd proba conține concentrații la limita de explozie de gaze sau vapori, are loc în bobina secundară o descărcare cu scîntei care duce la aprinderea probei și distruge balonul. Astfel, de exemplu în cazul unei probe cu benzină explozia balonului are loc pentru un amestec de benzină-aer cu un conținut de 1,5—6% benzină, în greutate.

Există de asemenea dispozitive de tip special pentru verificarea explozivității mediului, de exemplu, dispozitivul Mb-2 (proba cu metan și vapori de hidrocarburi), construit de Institutul pentru Tehnica securității și Industria Petrolului, și altele.

După ce aparatul s-a deconectat de rețea, el este supus curățirii:

a) aparatura care conținea acizi se spală cu soluții slab alcaline pînă la neutralizare completă și apoi cu apă pentru îndepărtarea depunerilor;

b) aparatura care conținea alcalii se spală cu apă fierbinte sau se aburește și se spală;

c) aparatura pentru depozitarea sau prelucrarea gazelor inflamabile și a lichidelor ușor inflamabile se spală cu apă fierbinte, se aburește bine și apoi se suflă din nou cu abur sau gaz inert.

În acest din urmă caz, dacă este necesară repararea prin sudură, atunci se iau o serie de măsuri contra incendiilor pentru toată porțiunea secției de fabricație în care este amplasat aparatul care se repară. Astfel, toate operațiile de lăcătușerie se execută cu scule care nu fac scîntei (cositorite, acoperite cu cupru, confecționate din bronz etc). Într-o serie de cazuri, pentru executarea la cald a reparației rezervoarelor mari se folosește pro-

Scanned with OKEN Scanner

tecția porțiunii reparate cu perdea de aer sau apă și ventilație locală.

În cazul cînd nu este posibil să se asigure îndepărtarea completă a lichidelor ușor inflamabile din rezervoarele mari, se utilizează o metodă de reparare prin sudură a porțiunii defecte a suprafeței, la care în interiorul rezervorului (direct pe locul de reparație) se instalează o cabină ușor ermetică din material neinflamabil; toate orificiile pentru conducte și țevi de ventilație se etanșează cu chit din argilă și azbest. Cu același chit se etanșează racordarea cabinei la peretele rezervorului.

Curățirea completă a suprafețelor aparaturii pentru revizie sau reparație nu se limitează doar la măsurile preliminare indicate mai sus, ci se realizează cu metode mecanice, chimice și mai rar termice, elaborate în diverse variante.

Curățirea chimică se efectuează pe calea spălării repetate a aparatelor cu soluții de acizi sau alcalii, care dizolvă crustele[1]) și alte impurități. Cu această ocazie acțiunea dăunătoare a mediului de acid asupra metalului scade brusc prin introducerea în soluții a așa-zișilor inhibitori, de exemplu a inhibitorului unicol. Inhibitorii creează condiții pentru o coroziune selectivă, la care crustele se descompun și se dizolvă, dar metalul nu se corodează.

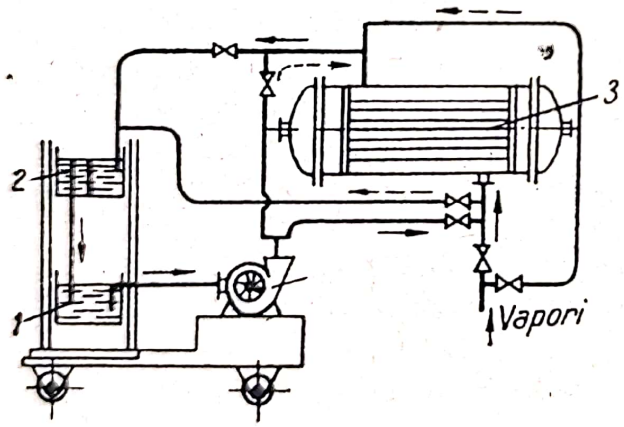


Fig. 218. Instalație de circulație pentru spălarea aparaturii:

1 — rezervor; *2* — decantor; *3* — aparat al cărui spațiu intertubular trebuie spălat; *4* — pompă.

În privința aparaturii tubulare, metoda chimică se realizează cu ajutorul unor instalații de circulație staționare sau transportabile.

În fig. 218 sînt arătate utilajele și conductele necesare pentru acest caz și sînt indicate sensurile curentului soluției direct (→) sau invers (←). Soluția caldă (temperatura pînă la 60°C) a acidului clorhidric de concentrație 8 — 10%, împreună cu unicol circulă în spațiul intertubular și, în caz de nevoie, în spațiul tubular pe rînd în ambele sensuri.

[1]) În acizi se dizolvă crustele care conțin în special carbonați. În schimb silicații și unii sulfați nu se îndepărtează cu metodele curățirii chimice decît parțial.

Scanned with OKEN Scanner

După spălare cu soluția de acid se efectuează spălarea cu apă curgătoare.

Curățirea chimică are o eficacitate deosebit de mare pentru aparatura de dimensiuni mari, la care deschiderea gurilor de vizitare sau a capacelor în scopul curățirii mecanice ar cere consumuri mari de muncă și de timp.

În literatură este descrisă experiența uzinei de hidroliză din Fergana, care a obținut reducerea opririi schimbătoarelor de căldură pentru curățirea zilnică de la 3—4 ore la 1/2 oră; deci timpul de oprire s-a redus de 6—8 ori. La această uzină este montată o instalație staționară formată din două rezervoare pentru soluție de sodă caustică de 2% (NaOH) și o pompă centrifugă, utilizată pentru circulația NaOH. După spălarea cu apă rece curgătoare timp de 5—8 min, se efectuează curățirea prin circularea soluției alcaline indicate timp de 10—15 min, iar apoi urmează spălarea finală de 10 min, cu apă. Ca rezultat, într-o jumătate de oră pereții aparatului se curăță în mod satisfăcător de pojghița de lignină.

Pentru menținerea concentrației optime a acidului liber (sau a leșiei libere) este necesară completarea periodică a sistemului de curățire prin circulație cu o oarecare cantitate de reactivi proaspeți, deoarece aceștia se consumă în timpul curățirii, intrînd în reacție cu depunerile care se îndepărtează.

La sfîrșitul procesului de curățire chimică, aciditatea (alcalinitatea) soluției nu trebuie să fie sub ½ din aciditatea (alcalinitatea) inițială.

Simplitatea relativă a curățirii chimice asigură reducerea costului acestei operații în comparație cu cea mecanică de peste 2—3 ori.

Curățirea chimică a suprafețelor, cu excepția țevilor, poate fi realizată cu ajutorul unor paste acide de compoziție diferită.

Pentru aparate din oțeluri cu conținut mic de carbon, care sînt paste: puternic impurificate cu oxizi, se folosesc două feluri de

		% în greutate
I.	Acid clorhidric ($\gamma = 1{,}9$)	30
	Argilă	60
	Apă	9,9
	Inhibitor	0,1
II.	Acid sulfuric	15 —18
	Argilă	60 —70
	Apă	12,9—24,9
	Inhibitor	0,1

Pasta se întinde pe suprafața spălată a metalului într-un strat de 8—10 mm grosime și se scoate după 8—20 ore, în funcție

de grosimea stratului de oxizi. După scoaterea pastei, suprafața se spală cu soluție de sodă calcinată Na_2CO_3 de 10—15% sau cu soluție de sodă caustică NaOH de 2—3 %, se șterge și se usucă.

Curățirea termică a suprafeței se bazează pe folosirea diferenței dintre coeficientul de alungire termică liniară al metalului și cel al pojghiței sau crustei care îl impurifică. În cazul schimbării temperaturii suprafeței impuritățile se desprind și apoi se îndepărtează cu jetul apei de spălare sau al aerului de suflare. În felul acesta se reușește să se curețe 50—70% din volumul total al impurităților.

Realizarea practică a metodei termice se obține prin:

a) încălzirea suprafeței cu arzătoare oxi-acetilenice speciale sau b) prin schimbarea bruscă a temperaturii agentului purtător de căldură sau a agentului de răcire care trece prin aparatul care se curăță. Metoda mecanică de curățire are de asemenea o largă aplicare; ea exclude complet pericolul coroziunii metalului de bază și asigură îndepărtarea cea mai perfectă a tuturor impurităților, inclusiv a acelora care nu se dizolvă chimic — cocs, nisip, depuneri de silicați etc.

În același timp, însă, curățirea mecanică, în cea mai perfectă execuție a sa, este mai puțin productivă și cere un volum mai mare de muncă decît cea chimică și termică.

În unele cazuri se aplică la nevoie curățirea manuală a suprafeței cu perii, fascicul cu perii de sticlă, deși ea cere un volum de muncă deosebit de mare și este neproductivă. Totuși, în cazul unor depuneri vîscoase în aparate și în țevi, curățirea manuală este uneori singura posibilă.

La mecanizarea cea mai simplă a curățirii se păstrează același principiu de străpungere a orificiilor țevilor, dar munca manuală se înlocuiește cu întrebuințarea apei sau a aerului comprimat sub presiune.

Ca de exemplu o mică mecanizare poate servi folosirea pistolului hidraulic pentru împingerea periilor.

Periile se așază în fasciculul de țevi care se curăță (în fiecare țeavă pe rînd), se „trage“ cu pistolul hidraulic și în capătul celălalt al fasciculului se adună periile într-o cupă cu sită pentru reutilizarea lor repetată.

Hidromecanizarea lucrărilor pentru curățirea recipienților și rezervoarelor cu diametru nu prea mare se realizează cu ajutorul dispozitivelor transportabile cu dublu jet de apă (fig. 219).

Dispozitivul cu dublu jet de apă se suspendă pe un lanț sau cablu în interiorul rezervorului și se deplasează de jos în sus cu ajutorul unui troliu manual, așezat pe capacul aparatului. Apa

Scanned with OKEN Scanner

intră în țeava dispozitivului de jos, printr-un furtun, introdus în aparat prin ștuțul inferior. Tot acest ștuț servește pentru scurgerea apei murdare de pe pereții aparatului.

Din corpul dispozitivului, apa se distribuie de către conul de dirijare în două duze, în care se află cîte un amortizor pentru prevenirea devierii jetului. Întreaga operație de curățire se realizează de către un singur muncitor care, efectuînd ridicarea hidromonitorului, în același timp îl rotește sistematic.

O mecanizare mai perfectă a curățirii fasciculelor de țevi se obține prin folosirea unor mecanisme speciale.

Curățirea mecanizată se caracterizează prin principiul forajului rotativ. Rotirea sculei se asigură prin acționarea cu un arbore flexibil, care se introduce în țeavă împreună cu scula, sau de către o turbină — pneumomotor de gabarite mici — care se poate introduce în orificiul țevii și se alimentează cu aer comprimat printr-un furtun.

Pentru țevi cu diametru mic (pînă la $D = 60$ mm), se folosește varianta acționării cu arbore flexibil, iar pentu țevi cu diametru mare trebuie aplicată varianta cu pneumo-turbină.

Garnitura de scule în ambele cazuri constă din: 1) capete, confecționate din fontă sură (fig. 220); 2) freze, respectiv garnitura de freze cilindrice și conice din cele mai simple (fig. 221); 3) perii mecanice.

Capetele au de obicei 3—4 dinți drepți sau în spirală; diametrul lor exterior se execută mai mic cu 5—10 mm decît diametrul

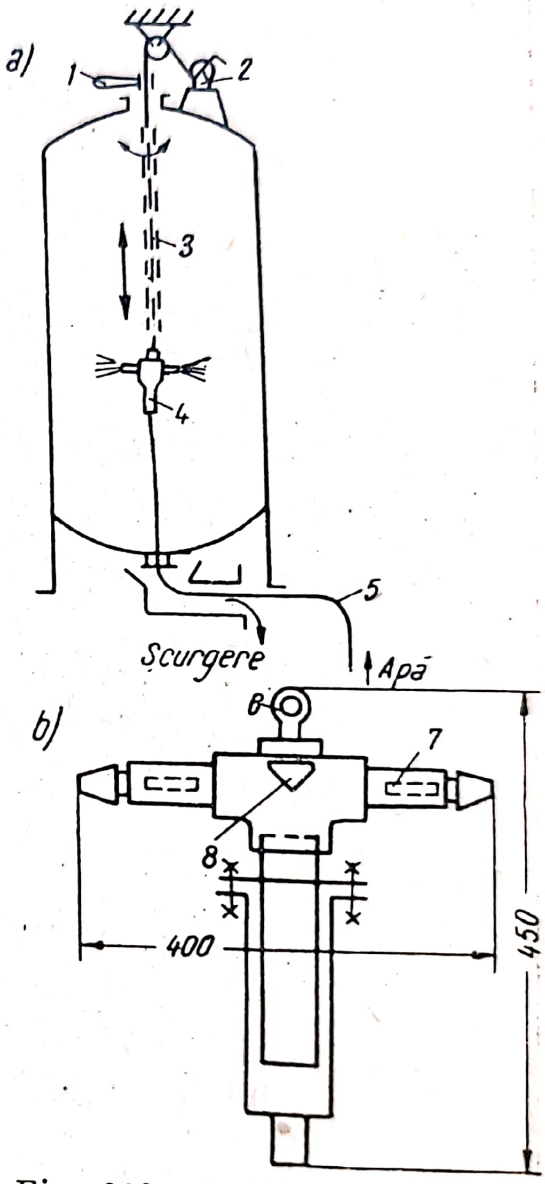


Fig. 219. Curățirea rezervorului cu ajutorul dispozitivului cu dublu jet de apă:

a—instalarea dispozitivului în rezervorul care se curăță; *b*—schema dispozitivului cu dublu jet de apă: *1* — cheie pentru rotire; *2* — troliu; *3* — lanț; *4* — dispozitiv cu dublu jet de apă; *5*—furtun; *6*—ochiu; *7*—amortizor; *8* — con de dirijare.

Scanned with OKEN Scanner

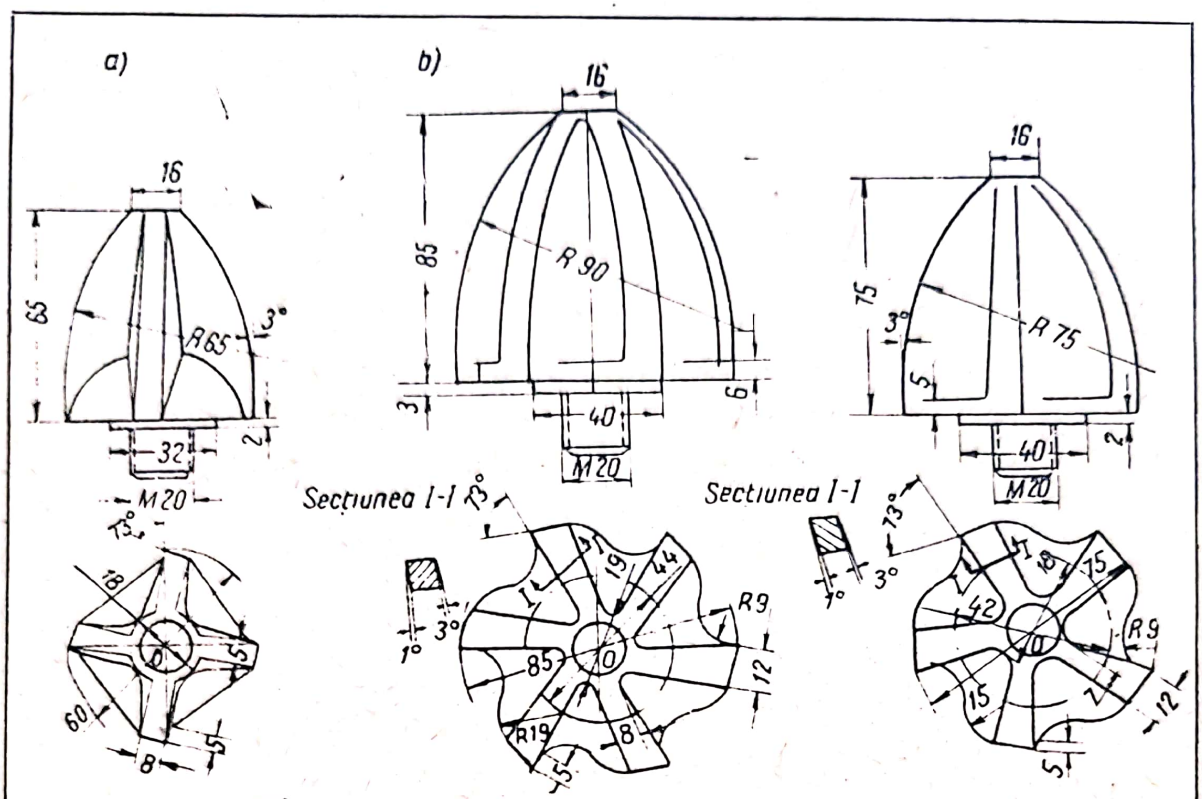


Fig. 220. Capete pentru curățirea țevilor:
a—capăt cu dinți drepți; *b*—capete cu dinți în spirală.

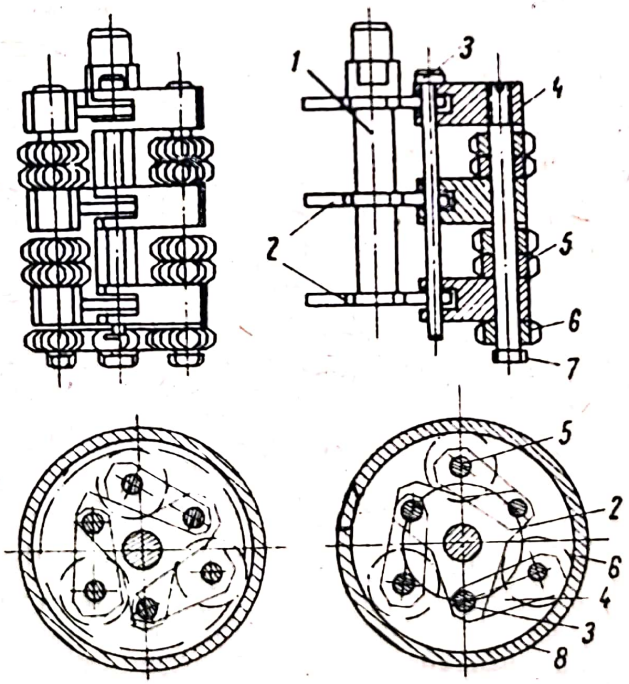


Fig. 221. Cap centrifugal pentru curățirea țevilor:
1 — arbore suport; *2* — flanșe; *3* — ax; *4* — braț pivotant; *5* — ax-pivot-stele; *6* — stele; *7* — cap; *8* — țeavă.

Scanned with OKEN Scanner

interior al ţevii care se curăţă. Capătul se cuplează cu acţionarea printr-o articulaţie şi, datorită acestui fapt, cu acelaşi capăt se pot curăţa ţevi diferite cu diametre de trecere apropiate.

Diametrul exterior al unei freze simple care nu îşi măreşte automat diametrul trebuie să corespundă diametrului interior al ţevilor şi, în consecinţă, pentru fiecare valoare a diametrului interior al ţevii este necesară o freză corespunzătoare. Acest neajuns este înlăturat în cazul capetelor cu mărirea automată a diametrului (sub acţiunea forţei centrifuge).

Curăţirea mecanizată cu sculă şi arbore flexibil se efectuează de către o grupă formată din doi muncitori, care se schimbă reciproc, iar cel care se odihneşte, supraveghează funcţionarea motorului. Ţevile se străpung cu capete, freze şi perii din ambele capete; în acelaşi timp se alimentează cu apă din belşug, pentru răcirea sculei şi spălarea impurităţilor.

Arborele flexibil trebuie să fie ales în limitele diametrelor de 10—25 mm, astfel ca diametrul lui exterior să nu reprezinte peste 0,3 din diametrul interior al ţevii. Mai productive sînt capetele acţionate cu turbină pneumatică de gabarite mici, care se întrebuinţează cu succes pentru curăţirea ţevilor de $D \geqslant 60$ mm, iar aerul utilizat al motorului se foloseşte pentru suflarea impurităţilor din ţeavă.

Aceste maşini se execută cu marca PTM în cinci dimensiuni de la Nr. 1 pentru ţevi cu diametrul de 50—60 mm, pînă la Nr. 5 pentru ţevi cu diametrul $D > 140$ mm.

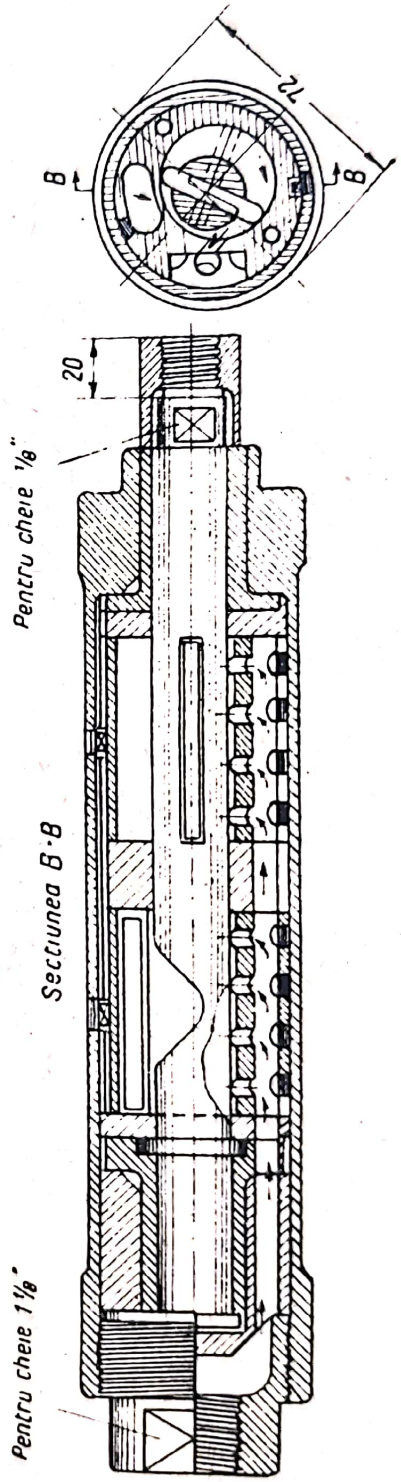


Fig. 222. Maşină pneumatică construită de uzina Montin, PTM-6.

Deosebit de economic s-a dovedit noul tip de maşină pneumatică PT-19 (fig. 222), care a fost cercetat în condiţiile de exploa-

tare la o serie de rafinării de petrol [1]). Această mașină este în medie de două ori mai economică (după consumul de aer pe 1 CP de putere efectivă) decît mașinile PTM.

Stabilirea defectelor aparaturii chimice. După curățirea aparaturii se efectuează proba hidraulică sau pneumatică de etanșeitate, precum și revizia interioară și exterioară a tuturor suprafețelor aparatelor, în special pe porțiunile cele mai periculoase din punct de vedere al apariției defectelor.

Scopul cercetării defectelor este găsirea deteriorărilor de aspectul al doilea, al treilea și al patrulea, respectiv a subțierii pereților, a fisurilor și a devierilor locale ale formei.

Determinarea grosimii remanente a peretelui se efectuează de obicei prin tăierea unor orificii de 3—4 mm, în locurile unde se presupune sau se constată cea mai mare uzură a suprafeței [2]).

Grosimea peretelui se determină prin măsurarea cu șublerul de măsurat adîncimi, cu o precizie de 0,05—0,1 mm.

După terminarea măsurătorilor, orificiile se filetează și se înșurubează dopuri în ele, ștemuite din partea exterioară. În acele cazuri cînd nu există pericolul coroziunii electrolitice, în locul montării dopurilor se aplică sudarea orificiilor (metalul niturilor electrice se va deosebi întotdeauna într-o oarecare măsură de metalul de bază al tablei, ceea ce în cazul funcționării aparatului cu electroliți agresivi provoacă coroziune locală).

Găuririle executate cu ocazia cercetării deteriorărilor se notează pe schițe, care se păstrează în cartea aparatelor.

În fig. 223 este arătat modul de prezentare a unui mare număr de găuriri pe desfășurata mantalei, combinată cu proiecția laterală. Cifrele lîngă notările convenționale indică grosimea măsurată a peretelui, care se compară apoi cu normele de rebutare pentru aparatul respectiv.

După verificarea grosimii peretelui, aparatul se supune unei revizii pentru descoperirea porozității cusăturilor, fisurilor, suflurilor, adînciturilor și a altor defecte locale. Defectele descoperite se notează pe desfășurate. Totalitatea schițelor cu indicarea grosimii pereților și a deteriorărilor locale permite să se aprecieze starea aparatului și să se indice calea pentru înlăturarea lor.

Forma și lungimea fisurilor vizibile (măcar parțial) se determină prin proba cu petrol. În cazul presupunerii unor fisuri superfi-

---

[1]) K. S. Gurevici. Скоростной ремонт нефтеперегонных заводов. Гостоптехиздат, 1949.

[2]) În uzinele chimice mari, cu volum mare de muncă pentru repararea aparaturii, este indicat ca grosimea remanentă a pereților să se determine fără găurire, cu ajutorul dispozitivelor de ultrasunet.

Scanned with OKEN Scanner

ciale unilaterale, porțiunea suspectată a suprafeței după curățire, se unge de 2—3 ori pe față (adică pe partea unde se văd fisurile) cu petrol lampant, peste ½ de oră se șterge pînă se usucă și se acoperă cu vopsea de cretă (9 părți în greutate din cretă, 1 parte clei de zugrăveală în apă). La 2—4 ore după uscarea vopselei suprafața se ciocănește din partea opusă. Atunci conturul fisurilor

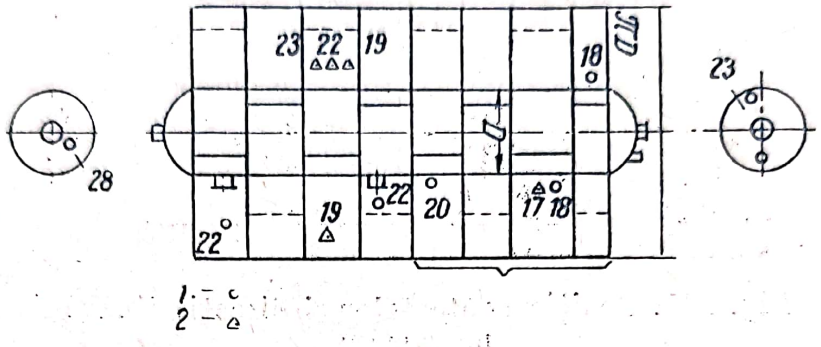


Fig. 223. Model de completare a rezultatelor găuririlor (grosimea din proiect: a fundului 28 mm, a mantalei 22 mm):

1 — găuriri în iulie 1949 (în mm); *2* — găuriri în iunie 1950 (în mm).

sau al suflurilor apare pe suprafața vopsită în alb, sub forma unor linii sau pete întunecate.

Fisurile pătrunse se descoperă cu o probă identică; vopsirea cu creță se efectuează pe partea opusă descoperirii fisurilor tablei. Capetele fisurilor în toate cazurile se fixează prin tăierea unor găuri de control de 15—20 mm diametru pentru evitarea dezvoltării fisurilor în lungime în timpul sudării lor.

Găurirea se folosește și pentru descoperirea adîncimii fisurilor nepătrunse, dar în acest caz se dau găuri nu numai la capete, ci și cîteva intermediare, în număr suficient, pentru caracterizarea adîncimii fisurii în toată lungimea sa.

Metode magnetice de descoperire a fisurilor în piesele aparaturii. Metodele descrise mai sus, de descoperire a fisurilor în materialul pieselor aparatelor, cu proba de petrol, nu asigură descoperirea defectelor capilare, cu care adeseori începe distrugerea. Detectarea din timp a fisurilor capilare permite, limitîndu-se la dăltuirea sau decuparea porțiunii defecte (încă) mici, evitarea creșterii defectelor și reducerea volumului de reparație ce urmează a fi efectuată. Descoperirea din timp a celor mai mici fisuri are o deosebită importanță pentru acele aparate care sînt confecționate din metale cu tendință către coroziunea intercristalină. Prin

aplicarea defectoscopiei magnetice se asigură o diagnoză suficientă din punct de vedere calitativ.

Fluxul magnetic se creează de către curentul electric care trece printr-un conductor oarecare în apropierea suprafeței de verificat a metalului. Liniile de forță ale cîmpului sînt închise, iar fluxul magnetic este îndreptat perpendicular față de direcția curentului care l-a creeat.

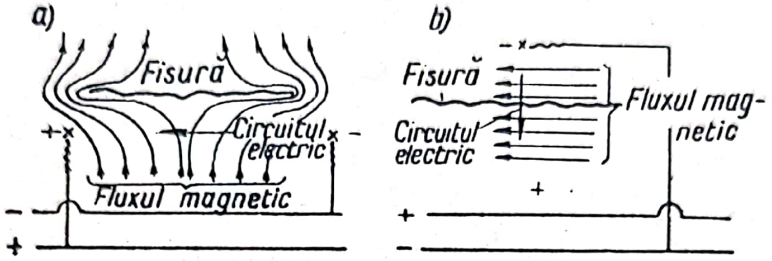


Fig. 224. Poziția contactelor și direcția fluxului magnetic:
a—alegerea corectă a locurilor de conectare a curentului;
b—alegerea greșită a locurilor de conectare a curentului.

În scopul magnetizării, curentul poate fi trecut fie direct prin porțiunea metalului cercetat, fie printr-un conductor special, așezat pe peretele aparatului.

În locurile fisurilor permeabilitatea magnetică descrește, iar fluxul magnetic ocolește în mare măsură aceste discontinuități, îndesîndu-se pe periferia fisurilor, ceea ce dă posibilitate să se descopere defectul vizual, cu ajutorul unui praf feromagnetic.

Îndesarea va fi accentuată și reliefată dacă fisura este perpendiculară față de vectorul cîmpului magnetic (fig. 224) și, în consecință, în cazul cînd direcția fisurii presupuse nu se cunoaște, trebuie încercată permeabilitatea în două direcții perpendiculare ale fluxului magnetic.

Oțelurile cu conținut mic de carbon, din care se construiesc aparatele, nu păstrează magnetizare remanentă aproape deloc, în schimb se magnetizează destul de ușor pînă la densitatea necesară a fluxului magnetic în scopuri de defectoscopie (de ordinul a 500 gauss).

Obiecte din oțeluri dure ($R_c \geqslant 40$), dimpotrivă, pot fi încercate și după deconectarea tensiunii din rețea, datorită magnetizării lor remanente de lungă durată; în schimb intensitatea curentului trebuie să fie suficient de mare.

Astfel, în cazul defectoscopiei magnetice a aparaturii, trebuie întrebuințată o sursă exterioară de magnetizare, care să funcționeze în timpul verificărilor.

Scanned with OKEN Scanner

Dintre diferitele metode ale defectoscopiei magnetice, pot fi aplicate în mod eficace:

metoda cu pulbere pentru descoperirea defectelor în aparate de oțel:

metoda cu selector pentru descoperirea discontinuităților ale diferitelor acoperiri de protecție ale aparaturii, după principiul acului magnetic liber sau prin măsurarea forței electromotoare a bobinei selectorului).

În continuare ne vom limita la examinarea metodei cu pulbere, al cărei domeniu de aplicare este cel mai larg. Metoda cu pulbere nu necesită utilaj special pentru realizarea sa.

Se aduce un curent sub tensiunea de 6 — 12 V și cu o intensitate de 1 000 — 1 500 A sau sub 30 — 60 V și cu o intensitate de 300 — 500 A la două puncte extreme ale porțiunii de încercat; în cazul parametrilor indicați ai curentului, distanța dintre punctele de conectare nu trebuie să întreacă 250 mm.

Contactele adeseori se construiesc în formă de electromagneți cu bobinaj, pus în scurtcircuit cu miezul așa ziselor „lipitori". Bobinajul lipitorii realizează o aderare suficientă a miezului magnetizat de metal și în același timp servește drept conductor.

Pentru varianta de alimentare cu curent de 30 —60 V se întrebuințează aparatul de sudură de curent alternativ STZ-23 sau alte tipuri mai puternice, care se conectează după cum este arătat în schema din fig. 225.

Ceva mai complicat se realizează metoda magnetizării metalului cu cîmpul exterior al unui electromagnet.

În aceste cazuri se folosesc magneți speciali, a căror formă trebuie să corespundă formei porțiunii de verificat. Uneori această metodă poate fi simplificată prin folosirea unui conductor de magnetizare, de exemplu pentru descoperirea fisurilor în plăci tubulare (după îndepărtarea țevilor) sau în cusături nituite (după tăierea niturilor) (fig. 226).

Pulberile magnetice se întrebuințează fie în formă de pudră fină (cernere prin sită Nr.025 sau 03 conform GOST 6613-53), fie în formă de suspensie.

Pentru obținerea suspensiei pulberea se introduce, în cantitate de 100 g/l, într-un ulei vîscos (de transformator, de axe, de mașini diluat cu petrol lampant etc.), sau într-o soluție de săpun și alcalii (într-un litru de apă: 3 g săpun, 3 g sticlă solubilă, 75 mg trinatriufosfat și 5 mg sodă caustică).

Suspensiile de ulei sînt stabile timp îndelungat, iar cele de săpun doar 2 — 3 zile.

Scanned with OKEN Scanner

După metoda uscată, pudra se pulverizează pe porțiunea de verificat a suprafeței, magnetizate în acest timp cu procedeele descrise, și se distribuie pe suprafață oarecum în formă de fascicule. După o ușoară suflare a surplusului de praf și ciocănirea cu un ciocănel, fisurile apar ca locuri de concentrare a particulelor magnetice rămase pe conturul fisurii. În poziție verticală sau mult înclinată a porțiunilor de verificat nu e nevoie de ciocănire, deoarece forța gravitației îndepărtează surplusul de praf.

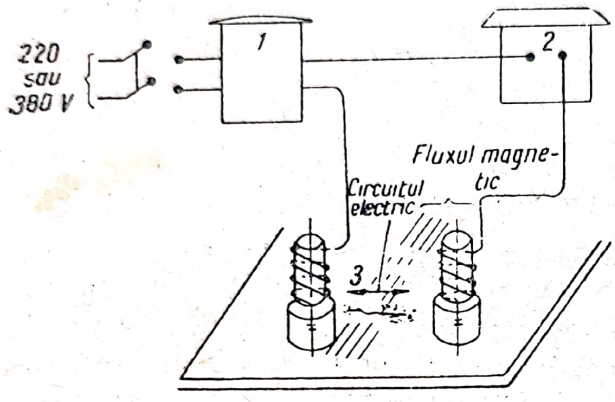


Fig. 225. Schema defectoscopiei în cazul trecerii curentului prin perete:
1 — transformator; *2* — bobină de șoc; *3* — fisură.

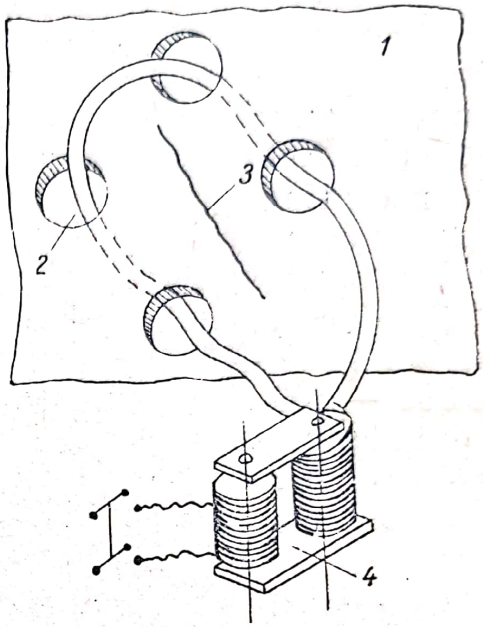


Fig. 226. Schema defectoscopiei cu așezarea pe suprafața de verificat a unui conductor din cupru, care trece prin orificii:
1 — placa tubulară; *2* — gaură; *3* — fisură; *4* — transformator.

REPARAREA SUPRAFEȚEI DEGRADATE ȘI A FORMEI RECIPIENȚILOR SUDAȚI

Defectele locale ale aparaturii de oțel, sub formă de porozități, fisuri sau sufluri, se înlătură prin sudare. Sudarea se aplică de asemenea în cazurile mai rare de degradare a suprafeței aparatelor din aluminiu, plumb, nichel etc; la repararea aparatelor din cupru se folosește adeseori lipirea.

Defectele care trebuie sudate se împart în trei tipuri:

1) fisuri nepătrunse, neadînci (cu o adîncime sub 0,4 din grosimea secțiunii);

2) fisuri înguste pătrunse;

3) fisuri largi pătrunse, cu o îndepărtare a marginilor de peste 15 mm.

Sudarea fisurilor de tipul 1. Fisurile nepătrunse și neadînci se pregătesc pentru sudare dintr-o singură parte, prin dăltuire pînă la adîncimea maximă a fisurii și prin tăierea marginilor sub un unghi de 50 — 60°. Sudarea lor reprezintă o oarecare greutate numai în cazul unei lungimi mari. Rigiditatea inevitabilă a acestei porțiuni de sudură, datorită menținerii puntiței inferioare din metalul de bază, impune luarea unor măsuri pentru reducerea efectului termic al sudării. De aceea fisurile nepătrunse, dar lungi, trebuie sudate pe porțiuni de cusătură în pas de pelerin (fig. 227).

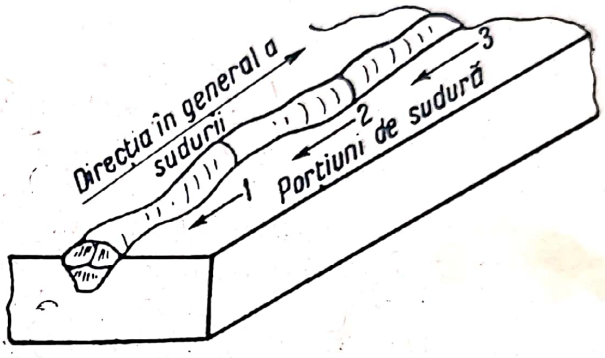


Fig. 227. Sudarea în pas de pelerin a unei fisuri lungi nepătrunse.

Deschiderea fisurii sub un unghi de 50 — 60° este maximă și trebuie încercată reducerea mărimii ei pînă la limita dictată de necesitatea introducerii electrodului sau a vergelei de adaos în spațiul de sudat.

Sudarea fisurilor de tipul 2. Fisurile pătrunse (ca și cele nepătrunse, dar adînci) se prelucrează pe toată grosimea metalului prin tăiere cu dalta sau cu flacăra de gaz (oxi-acetilenică). Metoda din urmă este mult mai productivă și de mai bună calitate, deoarece exclude ecruisajul marginilor.

Prelucrarea fisurilor trebuie să asigure forma geometrică a cusăturii corespunzător grosimii secțiunii, respectiv o cusătură în formă de V la grosimea tablei de S pînă la 12 — 15 mm și o cusătură în formă de H, cînd $S > 12 - 15$ mm.

Sudura trebuie efectuată cu electrozi de calitate care atît ca compoziție, cît și după marca învelișului, trebuie să corespundă compoziției și structurii metalului de bază.

Fisurile cu o lungime sub 100 mm de obicei se sudează într-o singură trecere. Sudarea fisurilor lungi cere o atenție deosebită față de compensarea contractării și scăderea tensiunilor interioare. Se poate recomanda conducerea sudării de la capetele fisurii către mijlocul ei în pas de pelerin și sudarea cusăturii în mai multe straturi.

Scanned with OKEN Scanner

Sudarea fisurilor se admite în toate părțile aparatului, adică în manta, funduri și plăci tubulare, în afara porțiunilor solicitate prin concentrare de tensiuni.

Sudarea fisurilor de tipul 3. Repararea fisurilor pătrunse și largi se efectuează prin decuparea cu flacăra de gaz a porțiunii suprafeței metalului, împreună cu toată fisura, și sudarea în locul decupării a unui petec.

Această complicare a reparației este necesară datorită tensiunilor termice inadmisibil de mari, care se formează în zona sudurii fisurilor largi.

Lungimea bucății decupate a peretelui trebuie să fie mai mare decît lungimea fisurii cu 50—100 mm, iar lățimea ei trebuie să fie cel puțin 250 mm, pentru a evita influența reciprocă a celor două cusături longitudinale ale petecului (fig. 228).

Petecul se sudează în același plan cu metalul de bază, adică fără suprapunere și i se dă dinainte curbura corespunzătoare îndoirii suprafeței de reparat. Suprafața unui petec nu trebuie să întreacă $^1/_3$ din suprafața tablei aparatului în locul de reparație.

Sudarea tuturor celor trei tipuri de fisuri în aparatura importantă se reglementează prin regulile generale ale inspecției de cazane, pentru sudarea cazanelor de abur și a recipienților care funcționează la o presiune de peste 0,7 at.

Lipsa în majoritatea atelierelor de reparație a aparaturii Röntgen pentru röntgenografierea cusăturilor, impune înlocuirea acestui control prin radiografierea cu ajutorul fiolelor cu izotop de cobalt sau (cu aprobarea serviciului inspecției de cazane) prin tăierea din cusătură a unor epruvete de control de 60—70 mm diametru, pentru cercetarea macro și microstructurii și verificarea la rupere și la șocuri pe epruvete mici.

Epruvetele de dimensiunile indicate se taie cu un burghiu tubular.

După cum s-a mai menționat, în unele cazuri deteriorările aparatelor se rezumă la modificarea formei a unei oarecare porțiuni a piesei sub aspectul de adînciturі (în urma presiunii exterioare) sau de ieșituri (în urma presiunii interioare).

Se controlează dacă adînciturile și ieșiturile conțin fisuri și, în cazul cînd rezultatul reviziei arată lipsa lor, îndreptarea se face în stare încălzită, respectiv cu încălzire locală (pentru oțel ST3, încălzirea se face pînă la 850—900°C). Încălzirea se efectuează pe grătar sau cu ajutorul arzătoarelor de gaze, iar îndreptarea se face, în funcție de adîncimea defectului, cu o singură trecere sau cu mai multe treceri (încălziri). În orice caz îndreptarea trebuie

Scanned with OKEN Scanner

întreruptă la scăderea temperaturii la 600°C (pentru a evita fragilitatea la albastru).

Îndreptarea adînciturilor și ieșiturilor se face cu cricuri, prese de mînă, șuruburi de strîngere (fig. 229), adică prin aplicarea unei presiuni statice, sau cu o acțiune de șoc.

Este utilă încărcarea prin sudarea cu un strat de oțel-carbon moale a suprafeței îndreptate a ieșiturii. Experiența a arătat că astfel de porțiuni încărcate nu se mai deformează a doua oară.

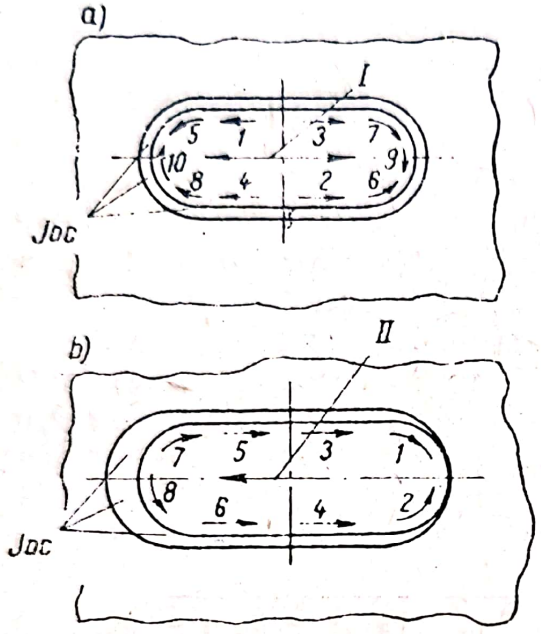


Fig. 228. Variantele de asamblare și sudare a peticelor:

a — simetrică; *b* — deplasată; *I* — sensul principal al sudurii de la centru spre margini; *II* — sensul principal al sudurii spre joc.

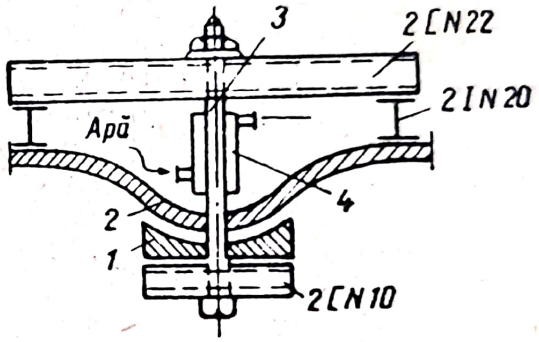


Fig. 229. Îndreptarea ieșiturii la cald:

1 — piesa de strîngere; *2* — ieșitură; *3* — șurub de 2"; *4* — manta cu apă de răcire a șurubului.

Defectele cu o curbură deosebit de mare se decupează și repararea se efectuează prin sudarea de petice.

REPARAREA APARATELOR NITUITE

Aparatura nituită de oțel își găsește o aplicare din ce în ce mai restrînsă la utilajele uzinelor chimice și se înlocuiește cu construcții sudate.

Totuși, cazanele nituite și alți recipienți nituiți, care au mai rămas încă în exploatare, cer o reparație periodică.

În perioada de exploatare în cusăturile nituite se formează:

1) fisuri în „punțile" dintre găurile pentru nituri;

2) slăbirea niturilor în găuri, cu formarea interstițiilor sub capul niturilor, respectiv distrugerea cusăturii.

Reparația curentă a aparatelor nituite se caracterizează în principal prin înlăturarea unei serii de deteriorări prin metoda

ştemuirii. După cîteva reparaţii efectuate prin ştemuire, distrugerea cusăturii nu mai poate fi compensată cu acest procedeu.

Dezvoltarea tehnologiei sudării a dus în cazul reparaţiei capitale a aparaturii nituite la înlocuirea renituirii cu sudarea capului niturilor şi a marginilor cusăturilor. În acelaşi timp tot cu sudură se repară fisurile punţilor dintre nituri.

Astfel, reparaţia capitală a aparatelor nituite constă în realizarea a două grupuri de operaţii de reparare: sudarea fisurilor şi sudarea capetelor de nit şi a marginilor cusăturii.

Sudarea fisurilor. Fisurile care ajung pînă la găurile pentru nituri, după îndepărtarea niturilor corespunzătoare se repară prin sudură electrică cu arc, respectînd pentru execuţia sudurii sensul de la gaură către mijlocul punţii. După sudarea fisurilor, găurile pentru nituri se alezează şi se completează cu nituri noi.

Fisurile lungi, care se întind ca un lanţ între nituri, se repară prin sudură, dacă lungimea fisurii nu întrece: 0,1 din lungimea

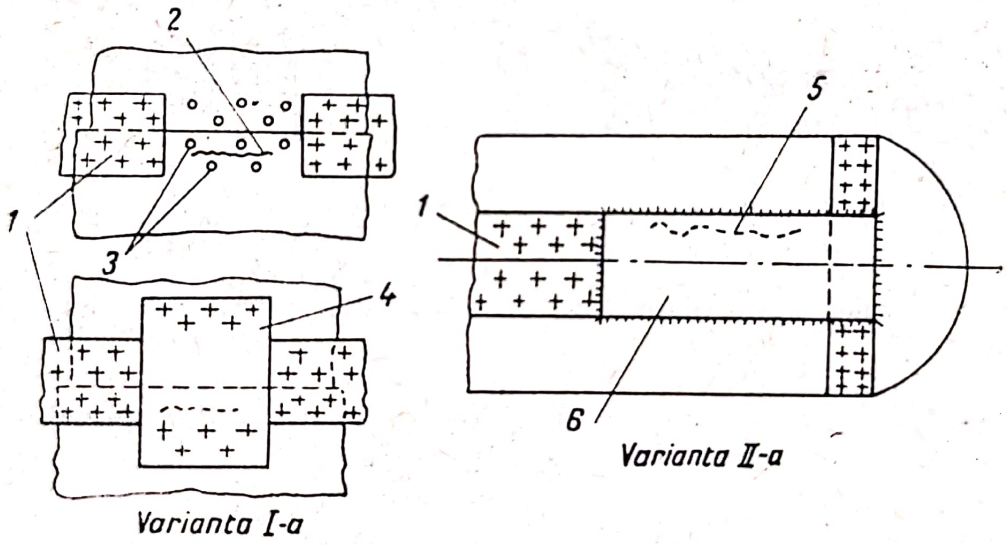


Fig. 230. Reparaţia fisurilor în aparate nituite cu cusături cu eclise:

1 — eclisa veche; *2* — fisură; *3* — eclisa este scoasă iar găurile pentru nituri sînt sudate; *4* — eclisa nouă este sudată de cea veche şi fixată de tabla virolei; *5* — fisură sudată în tablă sub eclisă; *6* — eclisă sudată.

cusăturii în cusături transversale şi 0,2 din lungimea cusăturii în cusături longitudinale.

Pentru sudarea fisurilor în cusături cu eclise, se cere tăierea niturilor respective şi decuparea unei părţi a eclisei. În porţiunea unde eclisa a fost îndepărtată, se sudează atît fisura, cît şi găurile vechi pentru nituri. După sudură se pregăteşte o nouă bucată de eclisă, care ori se nituieşte, ori se sudează de tablele de bază (fig. 230).

Scanned with OKEN Scanner

Se folosește de asemenea metoda reparării prin îndepărtarea completă a cusăturii nituite (decupînd atît eclisa, cît și o bandă de lățimea fostei eclise din tablele de bază) și prin sudarea unui petec longitudinal corespunzător, la același nivel cu tablele mantalei.

În toate variantele reparării fisurilor, în cusăturile nituite trebuie micșorat efectul termic al sudării prin aplicarea cusăturilor în pas de pelerin, folosirea electrozilor de diametru mic, evacuarea căldurii, și prin alte mijloace pentru reducerea acțiunii dăunătoare a procesului de sudare asupra etanșeității îmbinărilor nituite alăturate.

Sudarea complexă a capetelor de nituri și a marginilor cusăturilor dă rezultate excepționale la reparația capitală a aparatelor nituite, dar pretinde o elaborare deosebit de minuțioasă a tehnologiei.

Este descrisă practica sudării complexe a niturilor și a marginilor pentru recondiționarea cazanelor de fiert clei în industria celulozei[1]).

Cazanul de fiert clei, reprezentat în fig. 231, este nituit cu cusături prin suprapunere din cinci tronsoane. Fiecare tronson este asamblat din table cu trei cusături longitudinale, nituite cap la cap cu eclisă. Caracteristicile cazanului sînt:

Diametrul aparatului	4 000 mm
Înălțimea	13 000 „
Grosimea peretelui	30 „
Presiunea de regim	8 at

Reparația se efectuează prin sudarea (numai din exterior) a tuturor capetelor de nituri, a tuturor marginilor cusăturilor cu eclisă și a celor prin suprapunere cu un cordon continuu de sudură de 8 mm grosime. Pentru aceasta s-a întrebuințat procedeul sudurii electrice cu arc, cu electrozi E 42 cu înveliș gros și cu curent alternativ.

Lungimea totală a cordoanelor de sudură a constituit 650 m, iar greutatea lor peste 250 kg.

Pregătirea pentru sudare constă în dăltuirea locurilor defecte, a crestăturilor de la ștemuire, peliculelor etc, precum și în curățirea cusăturilor cu perii metalice.

La început se sudează cusăturile nituite ale tronsoanelor, iar după aceea cusăturile transversale circulare prin suprapunerea tronsoanelor $I + II$, $IV + V$, $(I + II) + III$ și $(IV + V) + III$.

---

[1]) E. D. Lonskoi. Автогенное дело, № 3, 26—29 (1948).
L. B. Signalov și A. M. Tihomirov, Ремонт сульфатно-варочных котлов электрической дуговой сваркой, Гослесбумиздат, 1948.

Scanned with OKEN Scanner

Toate cele trei cusături longitudinale cu eclise într-un tronson se sudează simultan, în același ritm de către trei sudori în același sens de jos în sus. La început se sudează marginile ecliselor, prin pași de pelerin alternați, apoi capetele de nituri, de asemenea alternate (fig. 231, *a*,*b*,*c*).

Sudarea cusăturilor circulare se execută simultan și sincronizat de către trei sudori pe sectoarele *a*, *b* și *c* în ordinea treptelor inverse, după cum este arătat în fig. 232; întîi se sudează marginile și după aceea capetele.

Ordinea proiectată a lucrărilor de sudură garantează menținerea unor tensiuni minime la un volum mare de încărcare prin sudură, datorită aplicării consecvente a pasului de pelerin și a executării simetrice a sudurii.

PROBELE DE VERIFICARE A RECIPIENȚILOR

Proba finală a aparaturii reparate urmărește ca scop verificarea rezistenței și etanșeității aparatelor în ansamblul lor sau a unor elemente ale lor.

Probele diferitelor elemente ale aceluiași aparat trebuie efectuate la presiuni de probă diferite, dacă aceste elemente lucrează în condiții deosebite.

Dacă în timpul funcționării normale o parte a aparatului lucrează la o presiune mai înaltă, iar o altă parte la o presiune mai joasă, însă este posibilă pătrunderea mediului de presiune înaltă în spațiul celui de presiune joasă, atunci întregul aparat se încearcă la o presiune de probă corespunzătoare presiunii de regim mai înalte. Aceasta este, de exemplu, cazul încercării filtrelor sub presiune sau celor sub vid (fig. 233). În sfîrșit, în acele cazuri în care piesele aparatului lucrează sub presiunea exterioară, dar realizarea încercării cu presiune de probă exterioară este imposibilă sau îngreunată, proba se efectuează la presiunea interioară cu un coeficient mărit de siguranță al presiunii.

Alegerea modului de probare, cu presiune hidraulică sau pneumatică, se determină conform următoarelor considerente principale:

1. *Securitatea efectuării probei* este necondiționată la presiunea hidraulică, față de cea pneumatică.

2. *Influența asupra reazemelor și elementelor de construcție*; proba hidraulică încarcă reazemele cu greutatea apei din aparat,

Scanned with OKEN Scanner

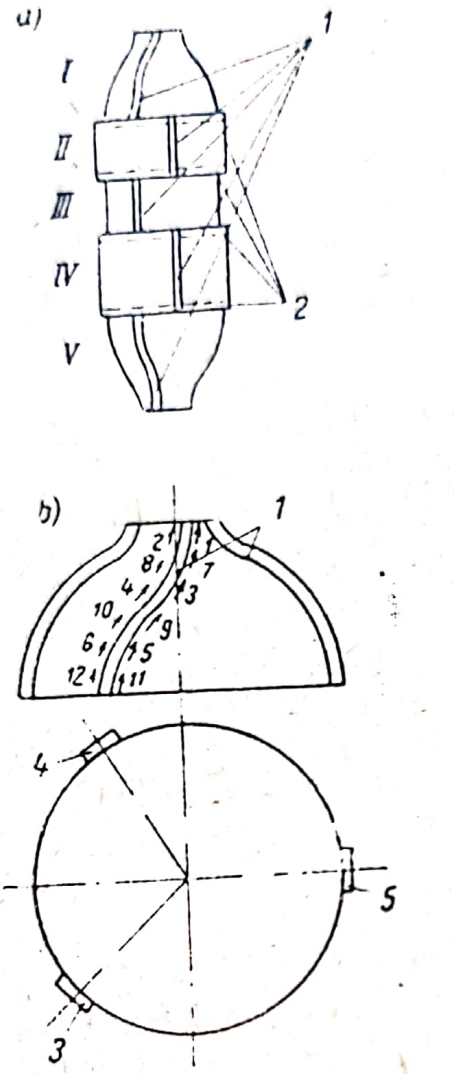


Fig. 231. Succesiunea sudării marginilor şi capetelor cusăturilor longitudinale suprapuse:

a — schema cazanului de fierbere nituit; *b* — sudarea marginilor ecliselor (simetric de-a lungul a trei cusături); *c*—sudarea capetelor de nituri: *1* — cusături longitudinale cu eclise; *2* — cusături transversale prin suprapunere; *3* — porţiunea primului sudor; *4* — porţiunea celui de al doilea sudor; *5* — porţiunea celui de al treilea sudor.

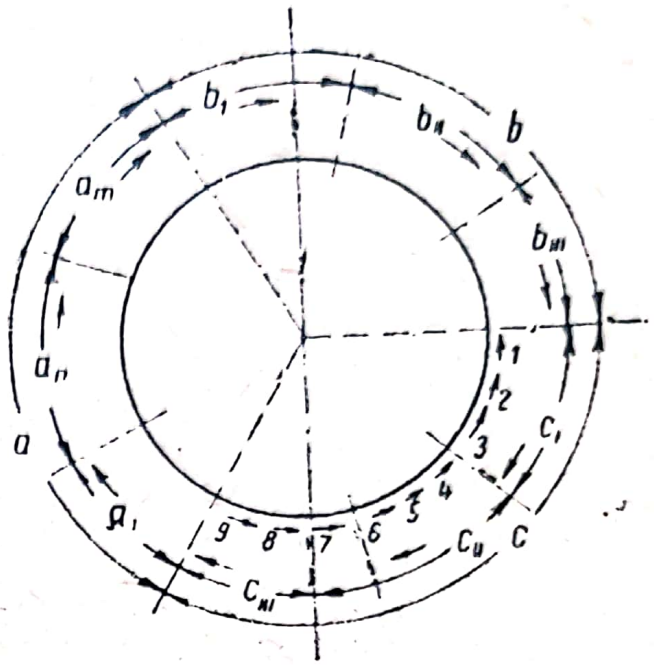


Fig. 232. Sudarea cusăturilor circulare:

a, *b* şi *c* — sectoarele celor trei sudori, *1*, *2* → *9* — succesiunea sudării în fiecare sector (paşi de pelerin).

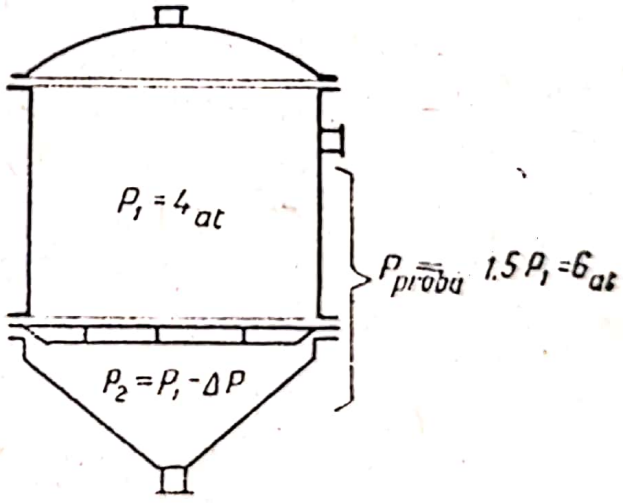


Fig. 233. Filtru sub presiune, norme pentru încercare.

Scanned with OKEN Scanner

la care este posibil ca reazemele să nu fi fost calculate (aparate pentru gaze); proba pneumatică nu creează o astfel de încărcare.

3. *Importanța condițiilor atmosferice*; proba hidraulică este îngreunată sau imposibilă la temperatura sub 0°C, respectiv iarna în afara clădirilor sau în clădiri neîncălzite; proba pneumatică nu întîmpină asemenea greutăți.

4. *Influența probei asupra pregătirii în vederea punerii în exploatare*; proba hidraulică în multe cazuri cere măsuri speciale pentru uscare ulterioară, iar proba pneumatică cu aer cere, în cazul încercării aparatelor cu pericol de explozie, în exploatare, suflare cu gaz inert; proba pneumatică cu gaz inert nu cere o pregătire suplimentară.

5. *Condiții speciale*; mediul de încercare nu trebuie să aibă o influență negativă asupra elementelor aparatului însuși (de exemplu asupra garniturilor, umpluturilor etc.), ceea ce, de exemplu, ar avea loc la probă hidraulică cu apă în cazul folosirii garniturilor în a căror compoziție intră sticlă solubilă în calitate de liant.

Deoarece trebuie să predomine considerentele de securitate, dacă nu sînt contraindicații directe, se efectuează probe hidraulice, iar pentru înlocuirea lor justificată cu probe pneumatice se cere aprobarea de la organele inspecției de cazane (pentru aparatura care se înregistrează la această inspecție) sau de la organele protecției muncii din uzină (pentru restul de aparate).

Probele finale ale aparatelor, care se înregistrează la serviciul inspecției de cazane, trebuie repetate în prezența inspectorului, conform normelor inspecției de cazane, în acele cazuri în care în procesul de reparație s-au efectuat lucrări de sudură sau de înlocuire a unor elemente.

Aparatele, care în condițiile de exploatare au o temperatură diferită de cea a mediului înconjurător, trebuie încercate în două etape: la rezistență la temperatură normală imediat după terminarea reparației, și la etanșeitatea după punerea aparatului în condițiile temperaturii de lucru (în timpul încălzirii sau răcirii multe îmbinări demontabile se defectează și își pierd etanșeitatea). Aparatele care lucrează fără presiune se încearcă de obicei la etanșeitate prin umplere cu apă sau prin ungere cu petrol lampant.

Nu se permite îndreptarea defectelor, observate la orice fel de încercare, sub starea de presiune a aparatului. Presiunea trebuie să fie eliminată, iar după aceea porțiunea defectă, stabilită, se supune remedierii cu respectarea tuturor regulilor stabilite în

Scanned with OKEN Scanner

acest sens de către normele inspecției de cazane. Întreaga documentație a reparațiilor, adică borderoul degradărilor, schițele desfășuratelor cu notarea defectelor locale, certificatul de probă la rezistență și autorizația de funcționare trebuie să fie anexate la cartea (pașaportul) aparatului.

REPARAREA APARATELOR TUBULARE (SCHIMBĂTOARE DE CĂLDURĂ ETC.)

Majoritatea aparatelor de construcție tubulară se întrebuințează în calitate de schimbătoare de căldură (răcitoare, preîncălzitoare, evaporatoare, condensatoare etc.), unele din ele îndeplinind uneori o funcție mai complicată (de exemplu, aparatele de contact).

Enumerarea operațiilor de mai jos poate fi considerată drept caracteristică pentru reparația curentă a aparatelor tubulare:

a) demontarea aparatului;

b) curățirea suprafețelor tubulare (pe o parte sau din ambele părți) și stabilirea degradărilor;

c) proba de etanșeitate a fasciculului de țevi, deconectarea țevilor stricate și etanșarea fixării țevilor;

d) schimbarea garniturilor în îmbinările demontabile;

e) asamblarea și probarea aparatului.

La reparație medie la acest volum de muncă se adaugă schimbarea unui număr de țevi, iar la reparație capitală, schimbarea tuturor țevilor sau a majorității lor, repararea mantalelor, în mod asemănător cu operațiile de reparare a recipienților sudați sau nituiți, și repararea plăcilor tubulare și a colectoarelor.

Din enumerarea operațiilor prevăzute pentru reparația aparatelor tubulare cu manta, specifică este repararea țevilor, fixarea lor în plăcile tubulare și repararea plăcilor. Toate celelalte operații au fost examinate mai sus.

Proba de etanșeitate a țevilor în plăcile tubulare înainte de reparație, constituie o parte importantă a stabilirii degradărilor aparatului după curățire. Degradarea integrității țevilor și a etanșeității locurilor de fixare constituie cele mai dese cauze ale reparației și pot fi definitiv stabilite numai pe cale de încercare.

Cea mai răspîndită metodă de îmbinare a țevilor cu plăcile tubulare sau cu alte tipuri de colectare este mandrinarea țevilor; mai rar această îmbinare este executată prin sudură.

Scanned with OKEN Scanner

În construcțiile larg răspîndite ale schimbătoarelor de căldură tubulare, cu fixarea rigidă a plăcilor tubulare de manta, verificarea etanșeității și precizarea locului de scurgere nu reprezintă greutăți mari. Practic acest lucru se face în felul următor.

După demontarea ambelor capace, în spațiul intertubular se creează o presiune de probă hidraulică sau pneumatică (pe cît posibil egală cu cea maximă dintre presiunile de calcul pentru spațiul tubular și cel intertubular) și etanșeitatea se verifică vizual prin examinarea ambelor plăci tubulare. La stabilirea mărimii presiunii de probă trebuie verificată prin calcul rezistența mantalei, a cărei grosime de perete adeseori se calculează la o presiune mai mică decît presiunea de regim a spațiului tubular.

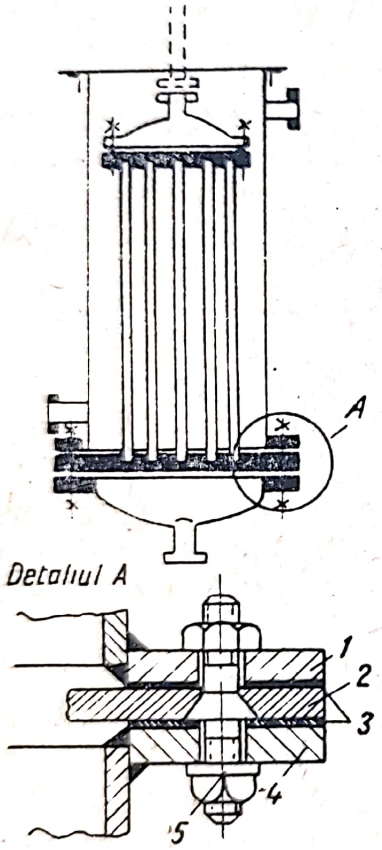


Fig. 234. Schimbător de căldură cu cap mobil: *1* — flanșă; *2* — placă tubulară; *3* — garnituri; *4* — flanșă; *5* — șurub special.

În cazul deteriorării unei țevi, apare scurgerea apei sau un jet de aer din țeavă, iar defectul mandrinării se observă prin scurgerea apei sau suflarea aerului în jurul țevii.

Pentru aparate care funcționează fără suprapresiune, încercarea se poate limita la o presiune de probă hidraulică de 3—4 at sau la o presiune de probă pneumatică de 2—3 at.

Incomparabil mai complicată este descoperirea locurilor de suflare în fascicule tubulare de varianta constructivă cu „cap mobil". La acestea trebuie avut în vedere că la folosirea acestor aparate în calitate de răcitoare sau condensatoare ele, adeseori, sînt executate fără capac ermetic pentru manta (fig. 234).

În acest caz, chiar dacă se confecționează și se montează un capac etanș special pentru manta, tot nu se poate clarifica locul real al curgerii. Într-adevăr, demontînd capacul inferior și introducînd presiune în spațiul intertubular, se pot observa numai acele scurgeri care se datoresc deteriorării mandrinării țevilor în placa tubulară inferioară. Scurgerile în mandrinările plăcii superioare apar ca curgerea apei printr-o țeavă oarecare, al cărei capăt superior se află întîmplător la un nivel mai jos și, în consecință, locul de scurgere rămîne neclarificat.

Scanned with OKEN Scanner

Scurgerile din țevile înseși de asemenea nu se vor putea distinge de scăpările în mandrinările plăcii superioare.

De aceea pentru încercarea aparatelor cu cap mobil se întrebuințează dispozitive speciale, care permit ocolirea greutăților enumerate. Capacul inferior și capacul capului mobil se demontează. De flanșa plăcii superioare și de flanșa mantalei se fixează un inel de etanșare *2* (fig. 235).

În consecință, aparatul se transformă temporar într-un tip obișnuit și simplu de aparat tubular cu plăci tubulare fixe și în această situație se încearcă conform procedeului expus anterior.

Înainte de proba de etanșeitate trebuie verificată forma țevilor, încovoierea (vizual), deformările locale ale secțiunii (umflături, alungiri etc.) și starea suprafeței (uzură, coroziune).

Țevile cu degradări ale integrității sau formei sau cu pereți subțiați datorită uzurii nu pot fi lăsate în lucru sub presiune.

Cu ocazia reviziilor și a reparațiilor curente țevile deteriorate descoperite, al căror număr nu întrece 10% din numărul total al țevilor, pot fi lăsate neînlocuite, și închise la ambele capete cu sudură sau cu dopuri metalice cu o conicitate de 3—5%.

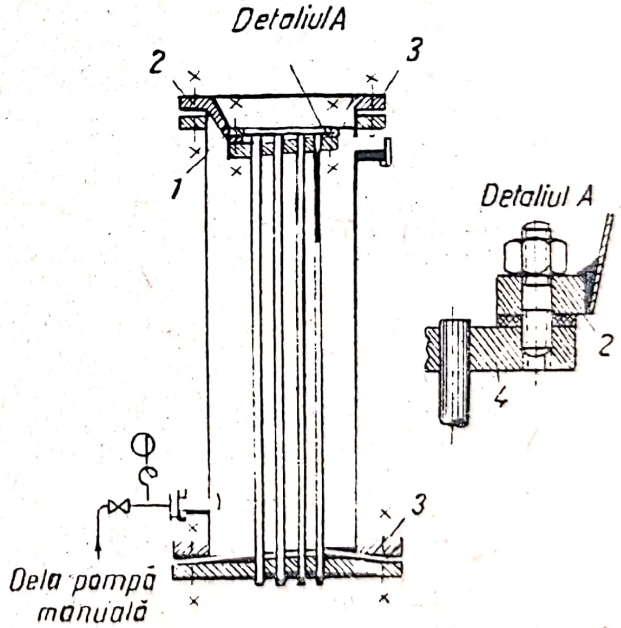


Fig. 235. Încercarea spațiului intertubular al aparatului cu cap mobil:

1 — îmbinare provizorie cu prezoane; *2* — dispozitiv-inel de etanșare; *3* — îmbinare provizorie cu șuruburi; *4* — placă tubulară.

La reparații medii și capitale nu e indicat să se lase țevi degradate care nu funcționează, deoarece ele scad productivitatea.

Prima operație pentru înlocuirea țevilor este îndepărtarea țevilor defecte din găurile plăcilor tubulare.

Îndepărtarea țevilor fixate prin sudare se efectuează prin dăltuirea manuală a cordonului circular de sudură sau prin tăierea capătului țevii și a cordonului de sudură, cu o freză specială acționată cu un arbore flexibil sau cu o mașină de găurit transportabilă (fig. 236).

Cel de al doilea mijloc nu numai că este mai productiv, dar și înlătură ecruisarea plăcii tubulare și de aceea este preferabil.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru îndepărtarea țevilor mandrinate se întrebuințează diferite procedee manuale, de exemplu tăierea țevilor cu un dispozitiv manual special pentru tăierea din interior a țevilor.

Capetele ieșite în afară ale țevilor se apasă pe generatoare cu o sculă pînă fac o buclă spre interiorul găurii, iar după aceea bucățile de țeavă pot fi scoase din plăci relativ ușor.

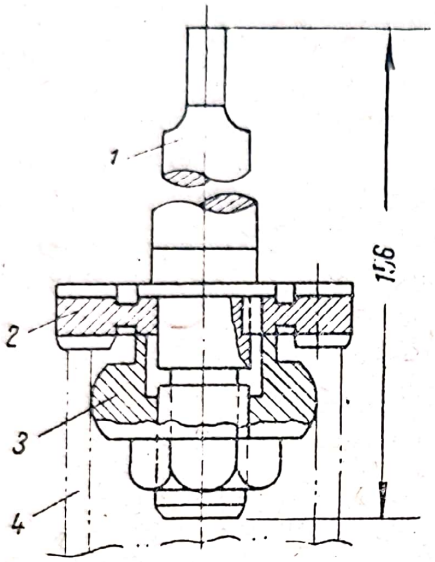


Fig. 236. Cap de freză pentru tăierea țevilor și a cordoanelor de sudură circulare:

1 — con *Morse* nr. 3; *2* — freză frontală; *3* — piuliță de ghidaj; *4* — țeavă.

După îndepărtarea țevilor stricate, găurile din placă se curăță și dacă au fost defectate cu ocazia scoaterii țevilor, se alezează.

Țevile noi, destinate pentru înlocuirea celor stricate, se aleg prin sortare dintre țevile cu același diametru exterior nominal. Toleranța recomandată la mandrinare pentru jocul țevii în gaura plăcii este egală cu 1% din diametrul exterior al țevii.

Țevile cu diametrul mare ($D > 70$ mm), destinate pentru montare în aparate tubulare care lucrează sub presiune exterioară sau interioară (preîncălzitoare de abur, camere de abur, evaporatoare etc.), trebuie să fie verificate la presiunea de probă înainte de montarea lor.

Spre deosebire de normativele pentru încercarea recipienților, presiunea de probă pentru încercarea țevilor cu apă rece se prescrie cu un coeficient variabil de siguranță pentru presiune, în funcție de treptele de temperatură (GOST 356-43), respectiv $P_{probă} = KP_{regim}$. Coeficientul de siguranță K este:

La temperatura de regim, °C			K
0—120	pentru	$P_{regim} < 32$ at	1,7—2
	„	$P_{regim} > 32$ at	1,5
121—300	„	orice presiune	2
301—400	„	„ „	2,5
401—450	„	„ „	2—3,5

În cazul încercării unui număr mare de țevi, accelerarea acestei operații se obține prin instalarea unor bancuri speciale.

La reparații medii se admite utilizarea porțiunilor nevătămate ale țevilor demontate pentru confecționarea din ele prin sudură cap la cap a unor țevi compuse, de lungime necesară aparatului.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă aparatul tubular funcționează sub presiune, atunci pentru utilizarea acestor bucăți de țeavă există următoarele delimitări:

1) numărul sudurilor nu trebuie să fie mai mare de una la fiecare 2 m de țeavă;

2) distanța cusăturii de la suprafața interioară a plăcii tubulare nu trebuie să fie mai mică de 50 mm.

Sudura țevilor compuse poate fi executată cu metoda oxiacetilenică, prin rezistență de contact sau cu arc electric, cap la cap, curățind cusăturile din partea exterioară a țevilor.

Fixarea și etanșarea țevilor în plăcile tubulare se face cu ajutorul:

1) mandrinării (în cazul cînd grosimea peretelui țevii $\geqslant 3$ mm);
2) sudării;
3) lipirii (pentru țevi din cupru);
4) manșoanelor sau presetupelor (pentru țevi din fontă).

Modul de fixare a țevilor prin mandrinare este tipic pentru aparate tubulare și el își găsește o largă aplicare pentru aparatură de oțel într-un interval larg de presiuni.

Prin mandrinare se înțelege procesul de deformare plastică a pereților țevii, care duce la mărirea diametrului țevii și a găurii (așa-zisului ochi).

Deoarece jocul între gaură și țeavă constituie, de regulă, (0,01...0,02) din diametrul exterior al țevii, deformația relativă a metalului se află în limitele porțiunii de curgere; deci mandrinarea poate fi efectuată fără încălzire (dar nu la temperaturi foarte joase).

Capetele țevilor destinate pentru mandrinare se recoc la o temperatură de 700...800°C, se curăță pînă la luciu și se pilesc pentru îndepărtarea bavurilor.

În cazul cînd este necesar să se utilizeze țevi cu diametrul exterior $d_{ext} < (D_{gaura} - 0{,}02\ d_{ext}.)$, adică de diametru mic, capetele lor după recoacere se lărgesc, dar cel mult cu 2—3 mm pe diametru și se recoc din nou.

Mandrinarea se execută cu un dispozitiv manual sau mecanic, care se numește „mandrină“ sau „aparat de vălțuit“.

Principiul de funcționare a oricărei mandrine constă în faptul că un fus de formă conică se deplasează treptat în interiorul țevii, distanțînd niște role care prin aceasta lărgesc țeava.

În același timp cu avansul longitudinal al fusului i se comunică și o mișcare de rotație, care prin frecare se transmite rolelor (fig. 237).

Scanned with OKEN Scanner

Rolele de formă conică se confecționează din oțel dur și se călesc.

Timpul necesar pentru executarea mandrinării propriu-zise a unei țevi la un capăt, lucrînd cu o mandrină acționată manual, este de 10—12 min pentru țevi de 40—50 mm diametru și crește cu mărirea diametrului.

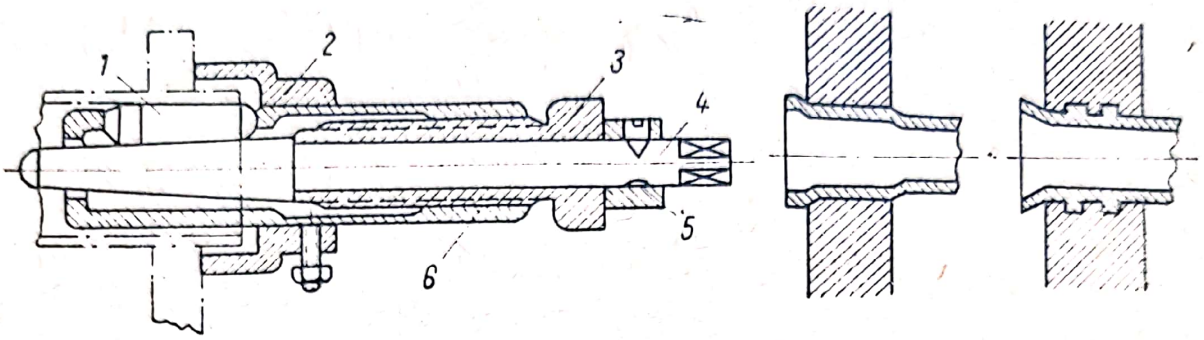


Fig. 237. Mandrină manuală cu șurub și tipuri de îmbinări prin mandrinare:
1 — rolă; *2* — opritor; *3* — piuliță de avans; *4* — fus; *5* — inel de fixare; *6* — corp.

Mecanizarea mandrinării se obține prin acționarea fusului mandrinei cu un motoraș transportabil cu reversor, pneumatic sau electric. Mandrina cu acționare mecanică (fig. 238) funcționează în felul următor.

Fusul *6* se introduce în țeavă, corpul cu ferestre *7* se spri-

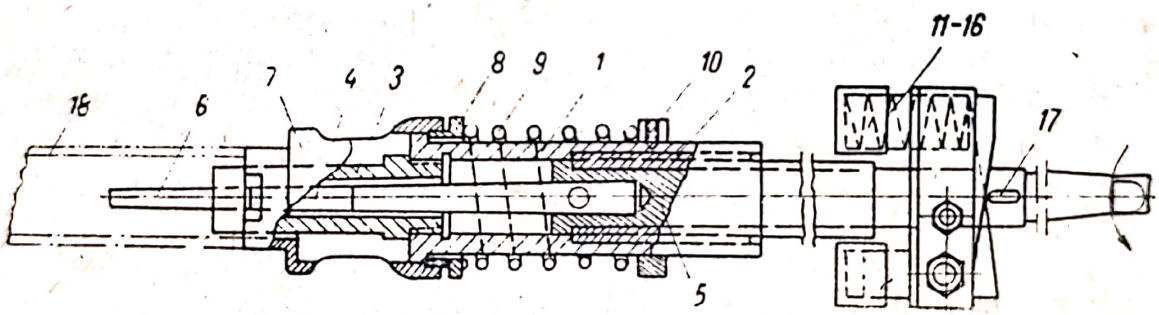


Fig. 238. Mandrină cu șurub de acționare (propusă de către *G. A. Kornev*, Combinatul Chimic din Stalinogorsk):
1 — corp cu filet interior; *2* — bucșă cu filet exterior; *3* — carcasă; *4* — role; *5* — arbore; *6* — fus; *7* — corp cu ferestre; *8* — piuliță înfundată; *9* — arc; *10* — inel de fixare; *11* — *16* — subansamblul cuplajului cu arc; *17* — piesă de conducere; *18* — țeavă.

jină de placa tubulară și, comprimînd arcul *9*, se deplasează spre stînga. Rolele *4* intră în țeavă. Arborele *5* se așază în mandrinul unei mașini de găurit reversibile cu viteză redusă ($N = 2$ CP., $n = 120 — 180$ rot/min) și se rotește împreună cu fusul *6*.

Periodic, prin piesa de conducere *17* și cuplajul *11—16*, mișcarea de rotație se transmite (în mod automat) bucșei *2*,

Scanned with OKEN Scanner

care în filetul corpului *1* se deplasează axial împreună cu fusul *6*, iar rolele *4* se distanţează. După terminarea operaţiei, maşina de găurit îşi schimbă sensul, fusul se retrage prin avansul invers al bucşei *2* şi întregul dispozitiv iese din ţeavă.

O astfel de mecanizare accelerează operaţia de 1,5—2 ori. Şi mai productive sînt mandrinele mecanizate cu electromotoare individuale.

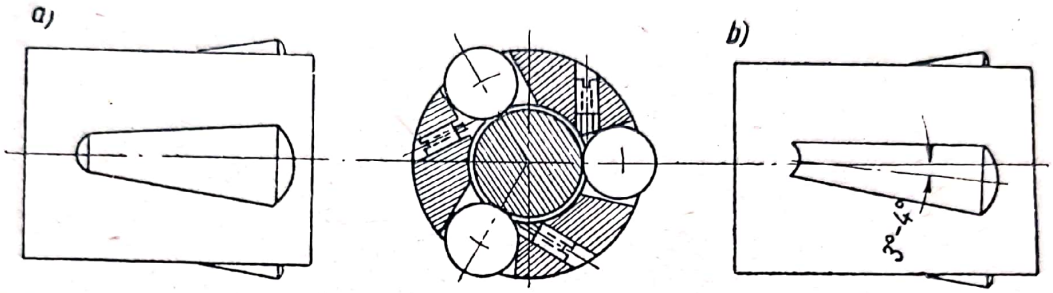


Fig. 239. Schema aşezării rolelor în mandrină cu şurub (*a*) şi în cea cu avans automat (*b*).

Datorită utilizării acţionării mecanice, partea lucrătoare a mandrinei, conul fusului cu carcasa pentru role, se execută astfel, ca numai prin mişcarea de rotaţie a fusului să se asigure atît rotaţia continuă a rolelor, cît şi avansul lor transversal, adică distanţarea lor.

În acest scop, în locul aşezării rolelor paralel cu axaul fusului, după cum se obişnuia înainte, în mandrinele moderne, cu avans automat, rolele sînt înclinate cu 3—4° faţă de fus.

În fig. 239 sînt reprezentate schemele comparative ale părţii lucrătoare a mandrinei simple cu şurub şi a celei cu avans automat.

În timpul rotaţiei fusului mandrinei cu avans automat rolele înclinate, fiind antrenate prin frecare în mişcare rotativă, trag fusul spre interiorul orificiului şi datorită conicităţii fusului, ele însuşi se distanţează continuu.

Mandrinarea fiecărei ţevi trebuie să se termine la atingerea aşa zisului grad de mandrinare Δ, care se determină din următoarea ecuaţie (fig. 240):

$$\Delta = \frac{d' - d - 1{,}25\,s}{D}\,100 = (1\ldots2)\%,$$

în care: d' este diametrul interior al ţevii după mandrinare;
d — diametrul interior al ţevii înainte de mandrinare;
s — jocul iniţial al ţevii în ochi, egal cu 1% din diametrul exterior al ţevii, adică $s = 0{,}01\ d_{ext.}$;
D — diametrul găurii, egal, evident, cu $d_{ext.} + s$.

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea optimă $\Delta = (1...2)\%$ a fost găsită în urma unui mare număr de încercări ale îmbinărilor mandrinate, efectuate de către Institutul central pentru cazane și turbine (ȚKTI).

Întrucît valoarea Δ se prescrie, iar dimensiunile d, D și s sînt cunoscute înainte de începerea mandrinării, ecuația prezentată se rezolvă față de d', respectiv sfîrșitul mandrinării se stabilește prin atingerea unui anumit diametru interior al țevii după mandrinare.

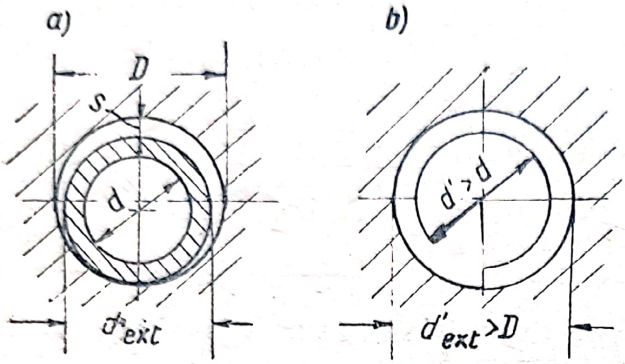


Fig. 240. Schema pentru calculul gradului de mandrinare:
a—țeavă înainte de mandrinare; b—țeavă după mandrinare.

Din această cauză mandrinele mecanice și mecanizate, care din punct de vedere al posibilității de supramandrinare sînt mult mai periculoase decît cele manuale, se înzestrează cu dispozitiv pentru indicarea valorii maxime admisibile a lui d'.

După terminarea mandrinării capetele țevilor care ies din placă, așa-zisele coroane, se taie cu o presă pînă la dimensiunea de $h = 10$ mm.

Rebutul la mandrinare apare sub formă de submandrinare (diametrul real d' este mai mic decît cel calculat, respectiv $\Delta < 1\%$) sau sub formă de supramandrinare ($\Delta > 2\%$).

În ambele cazuri îmbinarea nu asigură o etanșare perfectă la probă. Pe cînd însă submandrinarea se poate îndrepta ușor prin lărgirea suplimentară a țevii, scurgerea la supramandrinare înseamnă crăparea țevii sau a marginii orificiului datorită ecruisajului și această formă de rebut nu se mai poate îndrepta; este necesară îndepărtarea țevii și tăierea stratului deteriorat al suprafeței găurii prin zencuire sau alezare.

O formă serioasă a deteriorărilor plăcilor tubulare o reprezintă fisurile care apar în procesul de exploatare din cauza tensiunilor termice (în aparatele fără compensatoare) sau din cauza tensiunilor interioare remanente de natură tehnologică.

Fisurile de obicei se descoperă între două orificii învecinate, dar ele uneori se țin lanț peste cîteva puntițe între găurile plăcii tubulare.

Se admite sudarea fisurilor a căror lungime nu întrece 10% din lungimea totală a puntițelor în direcția fisurii.

Scanned with OKEN Scanner

Tehnica sudării fisurilor este asemănătoare cu metodele expuse la p. 387.

Condițiile suplimentare la reparație, care se datoresc slăbirii rezistenței plăcilor tubulare, sînt:

1. Distanța de la fisura care se sudează pînă la centrul găurii celei mai apropiate t_1 trebuie să satisfacă valorile $t_1 > (0{,}75\ t - 0{,}5\ D)$, în care t este pasul găurilor, D — diametrul găurilor.

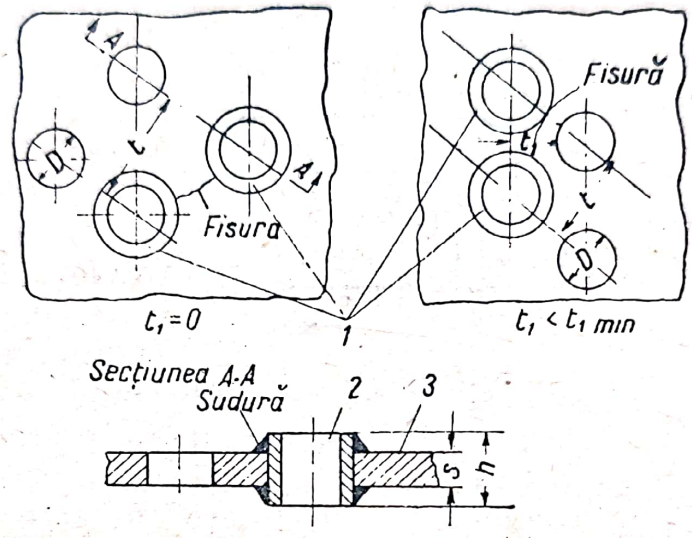


Fig. 241. Repararea plăcilor tubulare cu folosirea bucșelor de întărire (aici $t_{1\ min}$ este distanța minimă admisibilă între fisură și gaură):

1 — bucșă de întărire; *2* — bucșă de întărire; *3* — placă tubulară.

2. Dacă fisura atinge marginea găurii, sau $t_1 < (0{,}75\ t - 0{,}5\ D)$, se folosește sudarea unei bucșe de întărire în gaura lărgită anterior prin strunjire. Înălțimea acestei bucșe trebuie să fie de $3\ s$, în care s este grosimea plăcii tubulare (fig. 241).

REPARAREA COLOANELOR DE RECTIFICARE

În alcătuirea agregatelor de rectificare intră: coloane, aparate tubulare (deflegmatoare, răcitoare, schimbătoare de căldură) și recipienți (căldare, rezervoare, vase de presiune).

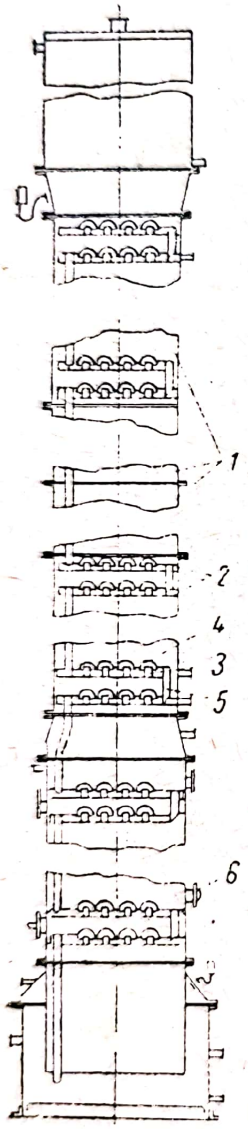
Reparația agregatului de rectificare este legată de oprirea tuturor aparatelor din care este alcătuit agregatul (cu excepția cazurilor de dublare a unor aparate). Cu această ocazie aparatele tubulare și recipienții se repară cu metodele expuse mai sus.

Scanned with OKEN Scanner

În procesul de exploatare coloanele se murdăresc, se corodează și își pierd etanșeitatea.

Aceste deteriorări cer organizarea a cel puțin două categorii de reparații planificate:

reparație curentă, curățirea coloanelor și a tuturor aparatelor anexe, etanșarea îmbinărilor demontabile, detectarea scăpărilor în aparatele tubulare ale agregatului respectiv și eliminarea lor temporară prin deconectarea țevilor defecte;



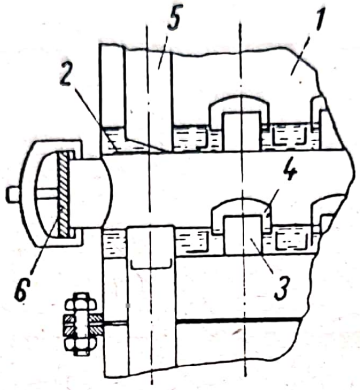


Fig. 242. Coloană de rectificare cu talere:
1 — tronson; *2* — taler; *3* — știuț; *4* — clopot; *5* — țeavă de preaplin; *6* — gură de vizitare.

reparație capitală, curățirea tuturor aparatelor, înlocuirea tronsoanelor, talerelor, barbotoarelor, sitelor și a altor elemente corodate ale coloanei, etanșarea tuturor îmbinărilor, proba completă.

Cea mai complicată este reparația capitală a coloanelor cu talere, la care este necesar să se efectueze un complex mare de lucrări de recondiționare.

Reparația capitală a coloanelor cu talere cu înlocuirea unei serii de talere defecte sau a unor tronsoane întregi se execută pe calea demontării coloanei, reparării ei pe părți în afara secției de producție și apoi a asamblării la locul de instalare. Reparația capitală la locul de instalare se efectuează mai rar, deoarece economisirea timpului pentru demontarea și asamblarea corpului nu acoperă pierderile de timp pentru demontarea mai complicată a talerelor în părți prin gurile de vizitare.

Reparația capitală a unei coloane cu talere (fig. 242) constă din următoarele operații:

1. Aburirea și suflarea agregatului de rectificare;

2. Deconectarea conductelor și deschiderea gurilor de vizitare;

3. Deșurubarea îmbinărilor cu flanșe ale tronsoanelor și scoaterea acestora din secție împreună cu talerele;

4. Desfacerea trnsoanelor cu cercetarea defectelor talerelor și clopotelor.

5. Confecționarea sau repararea talerelor și clopotelor;

6. Montarea talerelor reparate sau noi împreună cu clopotele;

7. Asamblarea tronsoanelor;

8. Montarea și asamblarea coloanei;

9. Probarea coloanei.

Operațiile 1, 2, 8 și 9 sînt proprii reparațiilor capitale ale coloanelor de toate tipurile, iar operațiile 3—7 sînt specifice pentru coloanele cu talere; pentru coloanele cu umplutură, aceste operații se înlocuiesc cu descărcarea umpluturii, spălarea ei, completarea și încărcarea umpluturii curate în coloană.

Scopul aburirii este îndepărtarea lichidelor și vaporilor explozivi din agregat. Aburul viu se introduce în căldarea coloanei și, încălzind produsul lichid pînă la fierbere pe fiecare taler, aburul antrenează cu el vaporii produsului din coloană. Sfîrșitul aburirii se stabilește după temperatura vaporilor la ieșirea prin partea superioară a coloanei, care trebuie să fie mai ridicată decît temperatura de fierbere a amestecului în orice proporție a vaporilor de apă și a celor ale produsului. Astfel, de exemplu, la aburirea coloanelor de alcool, temperatura părții superioare a coloanei la sfîrșitul aburirii trebuie să fie 100°C.

Aburirea nu asigură curățirea completă a coloanei, deoarece pe talere poate rămîne un strat de funingine aderentă sau cruste; de aceea, în cazul reparației fără demontarea completă a coloanei, se cere curățirea pereților tronsoanelor și a talerelor cu jet de apă sau chiar cu racleți prin gurile de vizitare. După aburire coloana se desface în tronsoane, pentru care lucru trebuie prevăzute dispozitive permanente sau temporare de ridicat. Foarte des, în cazul instalării coloanelor în compartimentele înguste și înalte ale clădirilor sau în afara clădirilor, este mai avantajos (pentru reducerea înălțimii reazemelor de suspendare a cablurilor de ridicat) să se demonteze tronsoanele în ordinea „de jos în sus“, iar la montaj să se asambleze „de sus în jos“. Avantajele acestui procedeu de demontare și asamblare vor fi explicate mai jos la examinarea operației de asamblare.

Tronsoanele demontate, după aducerea lor în atelierul de reparație sau pe terenul de reparație din secția productivă, se desfac pentru revizia și repararea talerelor și clopotelor. Repararea talerelor de oțel constă în sudarea porțiunilor corodate și îndreptarea adînciturilor întîmplătoare; clopotele de obicei se înlocuiesc.

Scanned with OKEN Scanner

La repararea talerelor se consideră suprapunerea în același plan a capetelor superioare ale ștuțurilor pentru trecerea vaporilor drept condiție tehnică principală (h — conf. fig. 243, *a*). Din fig. 243, *b* este evident că, pentru ca contactul vaporilor cu lichidul în jurul fiecărui ștuț să fie uniform, se cere respectarea egalității dimensiunii H, și orizontalității suprafeței capetelor superioare ale tuturor ștuțurilor. O oarecare ondulație a bazei talerului sau poziția sa neorizontală nu are importanță.

Satisfacerea condiției indicate se obține ușor în cazul utilizării talerelor de fontă, deoarece atunci capetele ștuțurilor se rabotează. Verificarea

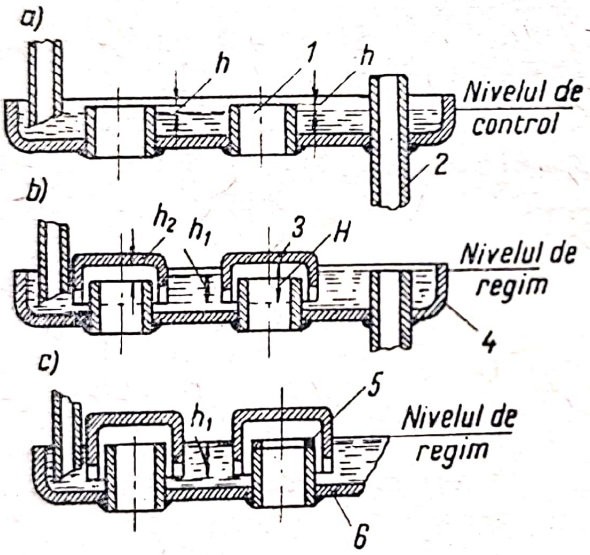
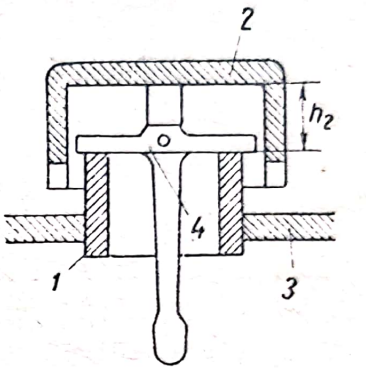


Fig. 243. Schema dimensiunilor de așezare la asamblarea ștuțurilor și clopotelor pe talere:
1 — ștuț; *2* — țeavă de preaplin; *3* — clopot; *4* — taler; *5* — ștuț; *6* — taler cu guler.



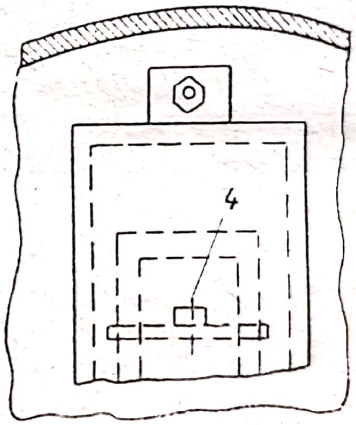


Fig. 244. Așezarea clopotului cu opritor pliant:
1 — ștuț; *2* — clopot; *3* — taler; *4* — opritor pliant.

talerelor de oțel cu ștuțuri sudate se efectuează prin turnarea apei în taler și egalarea nivelului capetelor superioare ale ștuțurilor după nivelul apei (în același timp se verifică etanșeitatea talerului). Pentru aceasta talerele se așază pe tachete astfel, încît capetele a două ștuțuri așezate diametral opus să se afle deasupra nivelului apei la o înălțime egală h, apoi se măsoară egalitatea dimensiunilor h de la capetele tuturor celorlalte ștuțuri. În cazul abaterii de la această dimensiune cu mai mult de $\pm$ 1 mm capătul ștuțului trebuie în mod corespunzător pilit sau încărcat cu sudură jur împrejur.

Scanned with OKEN Scanner

Pe ştuţurile reparate se aşază clopotele. Cu această ocazie trebuie asigurată egalitatea dimensiunilor h_1 în jurul fiecărui clopot şi la diferite clopote. Verificînd în prealabil identitatea dimensiunii h_1 la toate clopotele, ele se aşază la înălţimea corespunzătoare cu ajutorul unui opritor de control.

Pentru aceasta, în orificiul fiecărui ştuţ se introduce pe rînd un opritor pliant în formă de cruce (fig. 244), cu care se fixează poziţia clopotelor. După acest control fiecare clopot se fixează cu ajutorul şuruburilor, prezoanelor, clemelor etc., în funcţie de construcţia subansamblului.

La unele uzine se întrebuinţează un procedeu mai simplu, dar mai puţin precis, pentru verificarea clopotelor cu opritoare

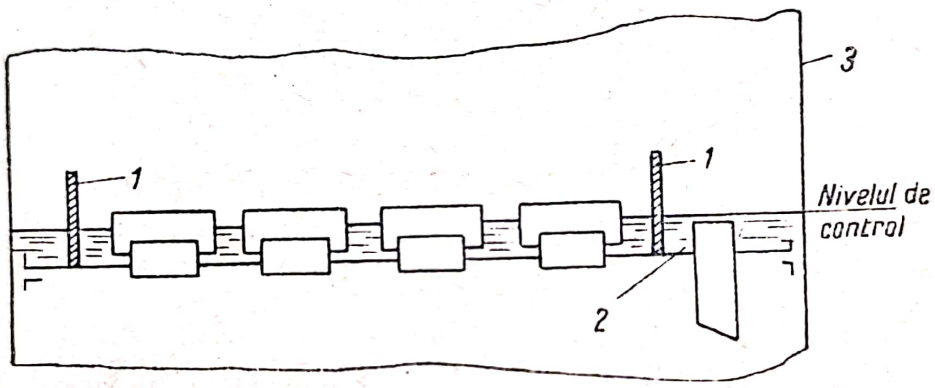


Fig. 245. Aşezarea talerului în tronson cu sonda pentru măsurarea nivelului:
1 — sondă pentru măsurarea nivelului; *2* — taler; *3* — tronson.

care se sprijină de suprafaţa inferioară a talerului. Întrucît o oarecare ondulaţie a talerelor de oţel este inevitabilă, în acest caz uniformitatea înălţimii h_1 la toate clopotele nu este realizabilă.

Talerele complete împreună cu clopotele se aşază pe rînd în tronsonul reparat, iar orizontalitatea fiecărui taler se verifică cu ajutorul unei sonde (tije), după nivelul apei turnate în taler (fig. 245).

Cu toate că în timpul reparaţiei talerelor şi tronsoanelor poziţia reciprocă a pieselor se controlează de trei ori, totuşi nu există garanţie completă pentru uniformitatea barbotării vaporilor prin lichid pe toată suprafaţa talerelor, datorită impreciziei confecţionării ştuţurilor, clopotelor şi talerelor. Într-adevăr, la valorile reale ale înălţimii închiderii hidraulice h_1 în limite de 25—30 mm, chiar o mică denivelare sau deplasare a unuia dintre clopote, care duce la o abatere de 2—3 mm a dimensiunii h_1,

Scanned with OKEN Scanner

influențează în mod simțitor asupra uniformității barbotării și, în consecință asupra randamentului talerului[1]).

Din această cauză la repararea coloanelor care funcționează în condiții grele (respectiv fără rezervă de înălțime), barbotarea se verifică suplimentar în timpul așezării talerelor în tronsoane. În acest scop tronsonul se așază pe un suport de fund închis ermetic (fig. 246) și se strînge de el cu cleme cu excentric. După așezarea primului taler de jos se închide țeava de preaplin și în știu-

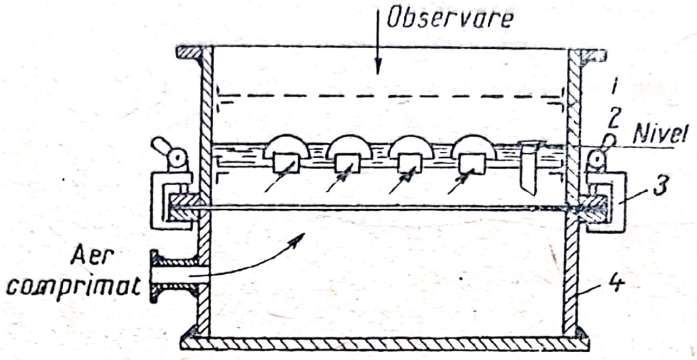


Fig. 246. Încercarea talerelor la barbotare:
1 — tronsonul coloanei; *2* — dop; *3* — clemă cu excentric; *4* — suport de fund.

țul suportului se introduce aer comprimat. Aerul barbotează prin stratul de apă și se desprinde în jurul fiecărui clopot sub formă de bule; în cazul repartizării inegale a bulelor, se reglează adîncimea de cufundare a clopotelor respective. Această verificare se repetă la așezarea în tronson a fiecărui taler următor.

Tronsoanele asamblate și verificate se montează în coloană la locul de instalare. Adeseori este utilă organizarea ridicării și asamblării tronsoanelor în ordinea de sus în jos (fig. 247). La început se ridică (la înălțimea unui tronson) tronsonul superior *I*, apoi cablurile se leagă altfel și se ridică împreună tronsoanele *I* și *II* etc.

Din fig. 247 este evident că nivelul reazemelor de fixare a scripeților de ridicare la ultima ridicare va fi doar cu ceva deasupra mijlocului înălțimii coloanei, în schimb capacitatea de ridicare a dispozitivului trebuie să fie aproape egală cu greutatea totală a întregii coloane.

Metoda de ridicare și asamblare de sus în jos este deosebit de utilă la instalarea coloanelor înalte cu o greutate mică.

---

[1]) N. I Galperin, Дистиляция и ректификация. Госхимиздат, 1947 p. 211.

Scanned with OKEN Scanner

Coloana se asamblează pe garnituri şi poziţia ei verticală se verifică cu ajutorul firului cu plumb (fig. 247, *d*). Măsurînd diametrele reale D_1, D_2 etc., se măsoară apoi cu rigla distanţa tuturor flanşelor de la firul cu plumb, respectiv b_1, b_2, b_3 etc.

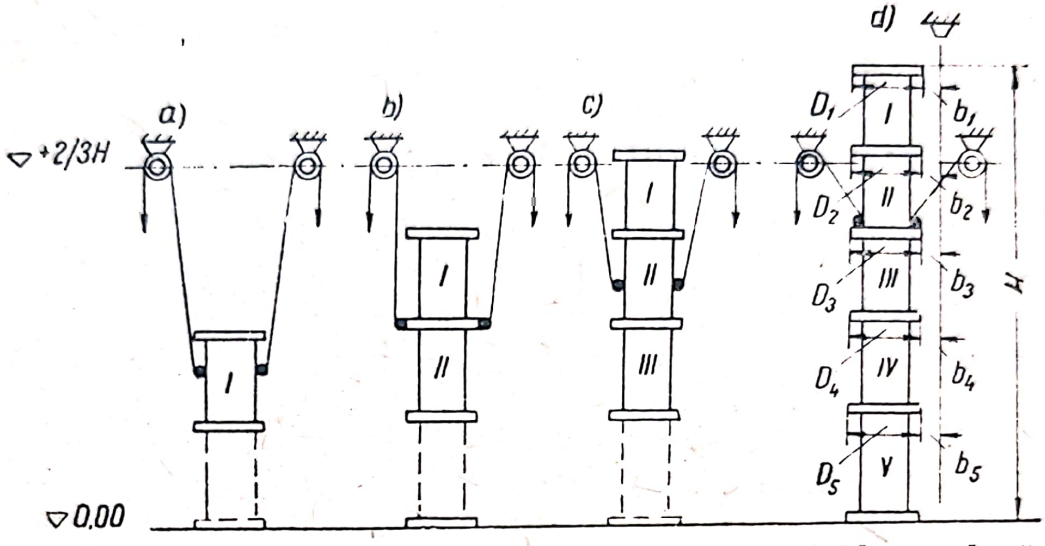


Fig. 247. Ridicarea tronsoanelor coloanei şi asamblarea după metoda „de sus în jos" şi verificarea cu firul cu plumb.

Poziţia verticală a coloanei va fi obţinută, evident, în cazul egalităţii sumelor dimensiunilor.

$$\frac{D_1}{2} + b_1 = \frac{D_2}{2} + b_2 = \frac{D_3}{3} + b_3 \text{ etc.}$$

După verificarea axei coloanei se strîng şuruburile îmbinărilor şi se efectuează proba la etanşeitate a coloanei asamblate. Deoarece reazemele coloanelor şi tronsoanelor nu sînt calculate la umplerea completă cu apă, proba se face cu aer sau cu un gaz inert după regulile generale ale încercărilor pneumatice. Coloanele sub vid se încearcă suplimentar la etanşeitate la depresiunea de regim. Criteriul probei în acest caz este scăderea vidului, într-un anumit interval de timp. De obicei se cere limitarea scăderii vidului la 2—3% în timpul celor 8 ore de încercare.

REPARAREA CĂLDĂRILOR ŞI REACTOARELOR

Căldările, reactoarele şi alte aparate asemănătoare lor au o largă utilizare în diferite ramuri ale industriei chimice. Ele reprezintă recipienţi complicaţi într-o măsură mai mare sau mai mică, prin completarea lor cu mantale sau serpentine pentru încălzirea sau răcirea mediului, precum şi cu dispozitive de amestecare.

Scanned with OKEN Scanner

Aparatele de acest tip, executate în cele mai diferite soluții constructive, au cea mai mare răspîndire în procesele periodice ale tehnologiei organice. Pornind de la considerente de reparație și de exploatare, este indicată clasificarea căldărilor și reactoarelor după două criterii:

1) după material, aparate turnate: din fontă sau oțel, aparate sudate din oțel sau din metale neferoase;

2) după construcție, aparate: cu manta sau cu serpentine, cu amestecătoare fără dispozitive de transmiterea căldurii, cu amestecătoare și manta, cu amestecătoare și serpentine.

Din examinarea acestei clasificări se poate trage concluzia, că repararea aparatelor amintite include totalitatea operațiilor pentru recondiționarea corpurilor prin procedee care coincid cu cele tratate mai înainte (p. 387 și u.) și o serie de operații pentru repararea și înlocuirea dispozitivelor suplimentare, a serpentinelor, mantalelor, amestecătoarelor etc. Tocmai aceste operații specifice pentru tipul respectiv de aparate vor constitui obiectul examinării în continuare.

Serpentinele. Serpentinele tubulare de diferite construcții (cilindrice, spirale, tubulare-paralele), în majoritatea cazurilor se așază în spațiul interior alaparatului și, în consecință, sînt supuse acțiunilor de coroziune, termice și abrazive, ale produsului și agentului de încălzire (răcire). La agresiunea bilaterală în multe cazuri se mai adaugă vibrația elementelor insuficient de rigid montate și fenomenele șocurilor hidraulice. Din această cauză tocmai serpentinele sau unele elemente ale acestora constituie părțile cu cea mai mică durată de funcționare, chiar în condițiile prelucrării unor produse relativ puțin agresive.

Se cunoaște, de exemplu, din practica de uzină, că în depozitele pentru formalină și soluții de fenol-formalină durata de serviciu a corpurilor din oțel se măsoară cu anii, în timp ce durata de funcționare a serpentinelor de oțel pentru abur în unele cazuri se limitează la 1—3 ani, datorită cărui fapt au avut loc avarieri ale serpentinelor cu scurgerea produsului valoros.

De aceea se consideră indicată stabilirea unei periodicități severe a reviziilor și reparațiilor serpentinelor, chiar în acele cazuri în care nici aparatul în întregime, nici serpentina în special, nu constituie obiect de supraveghere din partea inspectoratului de cazane[1]).

[1]) După regulile inspectoratului de cazane, trebuie înregistrate și controlate periodic numai serpentinele de abur cu diametrul $\geqslant$ 76 mm (la o presiune de la 8 pînă la 40 at) și cu diametrul $\geqslant$ 51 mm (la o presiune $>$ 40 at).

Scanned with OKEN Scanner

Cel mai frecvent aspect al deteriorărilor serpentinelor este așa-zisa „perforare" în locurile coroziunii și eroziunii intense; uperea țevilor are loc mai rar, în special la îmbinările lor.

La reparațiile curente aceste defecte se înlătură prin tăierea porțiunilor defecte și sudarea unor elemente noi în locul lor.

La reparațiile capitale ale aparatelor, serpentinele mai totdeauna se înlocuiesc cu altele noi, de rezervă, a căror calitate (deci și durata de funcționare) în principal depinde de gradul de perfecțiune al operației de îndoire a elementelor serpentinei și a sudării.

La îndoirea țevilor are loc, în funcție de tipul dispozitivelor de îndoire, într-o măsură mai mare sau mai mică, subțierea pereților țevii, ovalizarea secțiunii ei, iar în unele cazuri și formarea de cute (fig. 248).

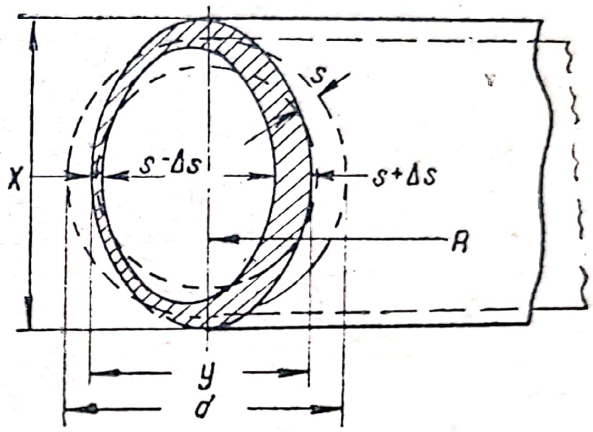


Fig. 248. Schema ovalizării secțiunii ($a = x - y$) și a subțierii peretelui țevii Δs.

Subțierea Δs a porțiunilor exterioare (față de centrul de îndoire a țevii) ale peretelui se determină în principal cu valoarea grosimii relative:

$$s_{rel} = \frac{s}{d},$$

în care:

s este grosimea inițială a peretelui țevii;

d — diametrul exterior al țevii;

cea a razei relative de îndoire este:

$$\rho_{rel} = \frac{R}{d},$$

în care R este raza de îndoire a axei neutre a țevii, iar

$$\Delta s = \frac{1 - s_{rel}}{2\,\rho_{rel}}\ ^{1)}.$$

La o combinație nefavorabilă a parametrilor s_{rel} și ρ_{rel} mărimea Δs atinge valoarea de 0,1 s, adică se produce subțierea peretelui cu 10%.

---

[1]) E. N. Moșnin. Вестник машиностроения, № 10 (1955)

Ovalizarea secțiunii a se caracterizează prin raportul diferenței dimensiunilor exterioare pe două axe perpendiculare față de diametrul exterior inițial al țevii și depinde de aceiași doi parametri, după următoarea ecuație:

$$a = \frac{6(0{,}2 - s_{rel})}{\rho_{rel}} \text{ [1]}$$

Ovalizarea țevii duce la apariția tensiunilor tehnologice tangențiale de încovoiere în pereții ei, care în unele locuri pot cauza formarea unor articulații de plasticitate. Din această cauză ovalizarea admisibilă trebuie să fie limitată.

Conform normelor inspectoratului de cazane, ovalizarea finală pentru serpentine de abur nu trebuie să întreacă 5—10%. Atunci, considerînd în medie $a = 0{,}07$, găsim relația dintre parametrul prescris constructiv ρ_{rel} și grosimea relativă a peretelui țevii care se alege după formula:

$$s_{rel} = 0{,}2 - 0{,}011\,\rho_{rel}^2 .$$

Ovalizarea și subțierea duc împreună la creșterea tensiunilor reale în țevile serpentinelor, în comparație cu tensiunile care apar într-o țeavă dreaptă la același s_{rel}. De aceea la o presiune dată în serpentină trebuie mărit raportul $\frac{s}{d}$ cu 10 — 20% față de valoarea lui recomandată sau calculată pentru țeavă dreaptă.

Metoda cea mai eficace de micșorare a ovalizării este utilizarea mașinilor cu dorn pentru îndoirea țevilor, care se fabrică de către întreprinderi din cîteva departamente[1]). Practica îndoirii la cald a serpentinelor, care se întrebuințează în multe ateliere de reparație ale uzinelor chimice, cu umplerea țevilor de oțel cu nisip sau umplerea țevilor de cupru cu colofoniu, deși contribuie la reducerea ovalizării, constituie o soluție cu un volum de lucru deosebit de mare și neproductiv; varianta de îndoire la rece, care se întîlnește mai rar în practică, fără umplere, cu mașini fără dorn, cu prese sau cu tambur, este productivă, dar se caracterizează printr-un mare grad de ovalizare.

Cu ajutorul unor dispozitive simple, îndoirea la rece cu mașini cu dorn poate fi perfecționată suplimentar în sensul formării unor elemente întregi din cîteva spire[2]). Schema îndoirii cu mașină cu dorn este reprezentată în fig. 249.

---

[1]) TGS-70, TGS-150 etc.

[2]) E. I. De Witt, H. S. Nachmann Machinery (London) 69, nr. 1769, 289—296 (1946); nr. 1771, 366—368 (1946).

Scanned with OKEN Scanner

La sudarea serpentinelor din elemente separate îndoite trebuie avute în vedere unele greutăți specifice, care constau în faptul că măsurile obișnuite de prevenire a deversării metalului în interiorul țevii (prin așezarea unor inele de cupru sau ceramice) nu sînt aplicabile în cazul de față, deoarece aceste inele nu pot fi scoase din serpentină.

Soluția optimă în acest caz o constituie sudura cap la cap prin rezistență de contact.

Serpentinele sudate se încearcă conform normelor de încercare a țevilor și se montează în aparatul care se repară; pentru

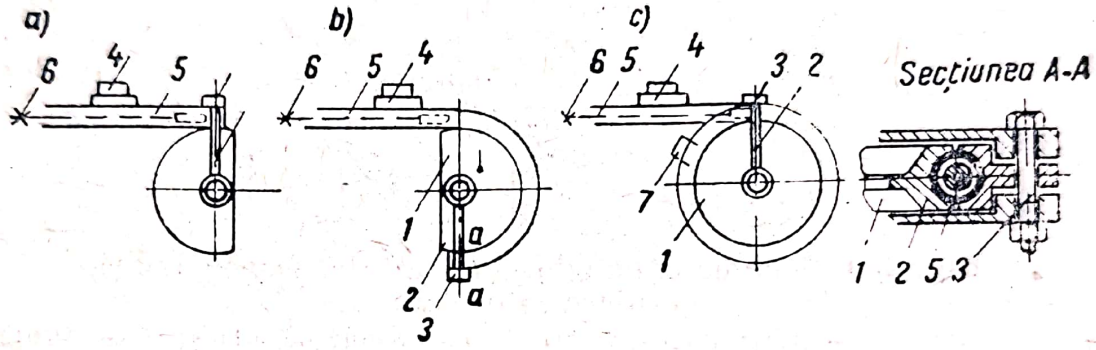


Fig. 249. Schema îndoirii unei spire a serpentinei cu mașină cu dorn pentru îndoirea țevilor (a — b — c):
1 — sector rotativ; *2* — brățară; *3* — șurub de strîngere; *4* — sabot de ghidare; *5* — dorn cu tijă; *6* — fixarea tijei dornului; *7* — pană de adaos.

mărirea duratei de funcționare are o mare importanță fixarea rigidă și sigură a serpentinelor de pereții corpului aparatului. Pentru acest scop se întrebuințează suporți, extensoare, suspensii și alte dispozitive. Serpentinele de abur trebuie asigurate cu ramificații de evacuare pentru a exclude acumularea condensatului, a cărui evacuare în momentul pornirii serpentinei în funcționare este însoțit de șocuri, care solicită întăririle și îmbinările sudate ale unora dintre elemente.

Mantale și serpentine exterioare. Încălzirea sau răcirea exterioară a aparatelor se realizează cu ajutorul mantalelor sau serpentinelor, reprezentate schematic în fig. 250. Soluția cea mai puțin economică, atît din punct de vedere termotehnic, cît și mecanic, o constituie mantalele demontabile și cele fixe *a* și *b*, care însă se caracterizează prin cea mai lungă durată de funcționare. În cazurile necesare, repararea mantalelor (sudarea fisurilor, etanșeizarea etc.) se execută prin procedeele expuse la p. 387.

Pentru înlăturarea presiunii exterioare a purtătorului de căldură din spațiul mantalei asupra pereților corpului, se utilizează dispozitive combinate (fig. 250,*c*), care constau dintr-o manta

umplută cu un aliaj ușor fuzibil și o serpentină introdusă în ea. În funcție de temperatura purtătorului de căldură, pentru umplerea prin turnare a mantalelor se folosesc aliaje de plumb-stibiu, amestecuri de săruri topite, lichide cu temperatură de fierbere ridicată, care din punct de vedere chimic sînt neutre față de materialul serpentinelor. Acțiunea de coroziune și eroziune a purtătorilor de căldură, care curg în interiorul serpentinelor, duce la

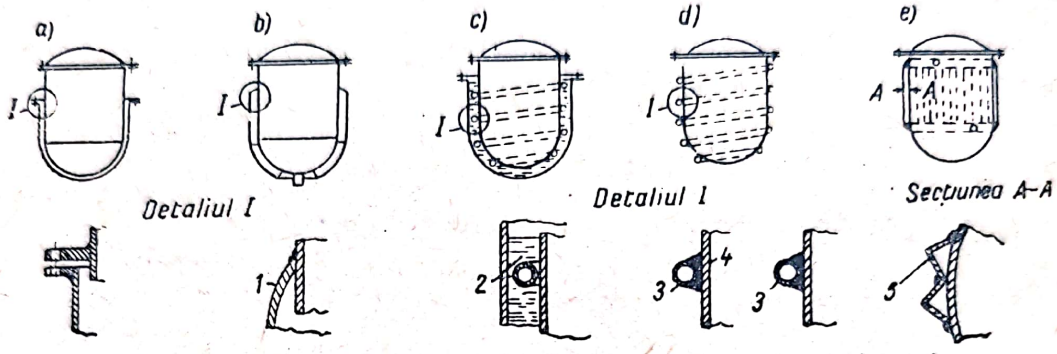


Fig. 250. Schema căldărilor cu mantale, serpentine și corniere exterioare:
1 — reborduire; *2* — aliaj; *3* — serpentină; *4* — bandă de adaos; *5* — cornieră.

subțierea treptată a pereților și face necesară înlocuirea lor periodică, datorită cărui fapt aceste tipuri de mantale sînt executate întotdeauna demontabile. Procedeele indicate mai sus pentru confecționarea serpentinelor interioare de schimb își păstrează valabilitatea și pentru serpentinele exterioare din manta. Montarea serpentinelor și umplerea prin turnare a mantalelor se efectuează la locul de instalare în cazul aparatelor înzidite, iar în celelalte cazuri pe focare de încălzire special amenajate în afara secțiilor de producție. În primul caz mantaua rămîne înzidită în cuptor, împreună cu serpentina nouă sau reparată, montată în ea, în timp ce corpul aparatului se demontează pentru reparație. În manta se încarcă o cantitate dinainte calculată de aliaj și se topește, apoi de sus în manta se introduce corpul, care se cufundă treptat în aliaj cu ajutorul a trei— patru șuruburi de întindere (fig. 251).

În cel de al doilea caz mantaua împreună cu serpentina și cu corpul se așază pe focar, în interiorul corpului se montează un grătar suplimentar și în spațiul mantalei printr-o gură specială se toarnă aliajul lichid.

În cazul utilizării pentru turnarea unor aliaje a căror temperatură de topire este doar cu puțin mai joasă decît temperatura purtătorului de căldură, este deosebit de important ca nivelul aliajului să fie sub nivelul spirei superioare a serpentinei.

În caz contrar straturile superioare ale aliajului, care nu se încălzesc de către serpentină, se solidifică și formează o crustă solidă compactă, care împiedică aliajul să se dilate liber dacă temperatura purtătorului de căldură se ridică. Într-o serie de cazuri similare, în spațiul mantalei umplut cu aliaj se creează o mare presiune, care cauzează deformarea peretelui corpului spre centrul aparatului (fig. 252).

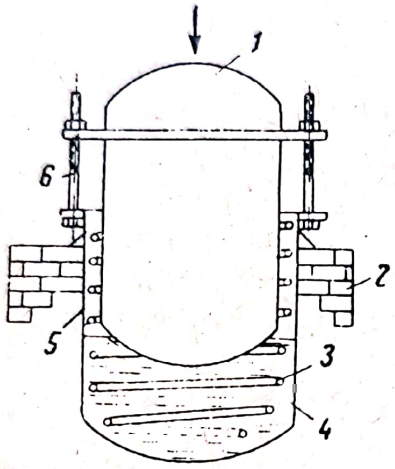


Fig. 251. Asamblarea aparatului cu serpentină acoperită prin turnare:
1 — corp; *2* — cuptor; *3* — serpentină; *4* — plumb topit; *5* — manta; *6* — șurub.

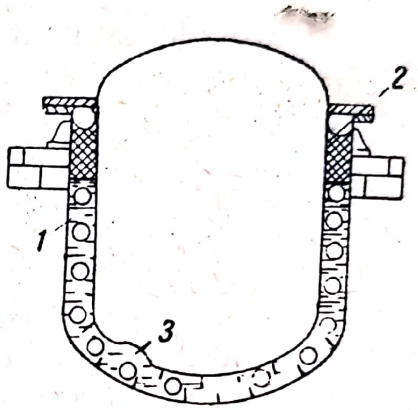


Fig. 252. Deteriorarea corpului în cazul dilatării aliajului sub crustă:
1—plumb lichid; *2*—crustă solidă a plumbului deasupra serpentinei; *3*—burdușire.

În construcții moderne adeseori se poate renunța complet la utilizarea mantalelor care cer un consum mare de metal, prin sudarea serpentinelor tubulare (fig. 250, *d)* sau a unor elemente din cornier (250, *e)*, de suprafața exterioară a corpurilor.

Serpentinele (fig. 250, *d*) sînt cu totul sigure și rezistente cu condiția să adere bine la peretele corpului, ceea ce se obține prin ștemuirea unei benzi din material plastic (cupru, aluminiu) între țeavă și perete, conform fig. 253. În cazul nerespectării acestei recomandări, ceea ce se admite uneori în practică, se creează o mare diferență de temperatură între țeava mai caldă a serpentinei și peretele mai puțin încălzit al corpului, ceea ce duce la apariția tensiunilor termice și la distrugerea serpentinei. Astfel, construcția serpentinei sudate fără adaos, care este mai ieftină și cere un volum de lucru mai mic, asigură și o durată de funcționare mai scurtă. Elementele de încălzire din corniere separate sudate, unite cu colectoare inelare din corniere, și-au justificat întru totul utilizarea lor la o presiune nu prea înaltă

Scanned with OKEN Scanner

a purtătorului de căldură: ele au o durată mare de funcționare, iar repararea lor se limitează la completarea prin sudură a unor porțiuni ale cusăturii de sudură, corodate datorită contactului cu agentul purtător de căldură.

Amestecătoare. În multe construcții de căldări, în special în reactoare, se întrebuințează tipuri variate de amestecătoare, tip ancoră, cu ramă, cu elice, cu turbină.

Criteriile mai importante ale clasificării amestecătoarelor sînt: gradul lor de demontabilitate, schema de susținere și cea a fixării arborelui.

Amestecătoarele demontabile, care sînt compuse din piese confecționate separat (arbore și palete), îmbinate între ele cu brățări sau diferite tipuri de pene, asigură posibilitatea reparației și a înlocuirii diferitelor elemente fără demontarea capacului și a capului de acționare a aparatului. Timpul economisit datorită acestui fapt, se pierde în mare măsură prin consumul de muncă pentru desfacerea șuruburilor, cu ajutorul cărora paletele separate se fixează cu brățări pe arbore (fig. 254), deoarece în

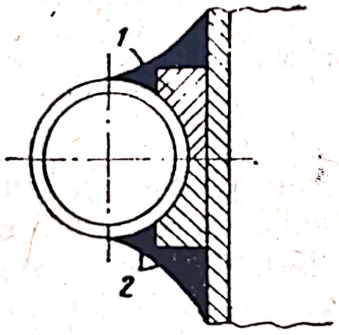


Fig. 253. Montarea serpentinei exterioare pe corpul căldării:
1—bandă de adaos din metal moale (se va ștemui);
2—cusătura de sudură.

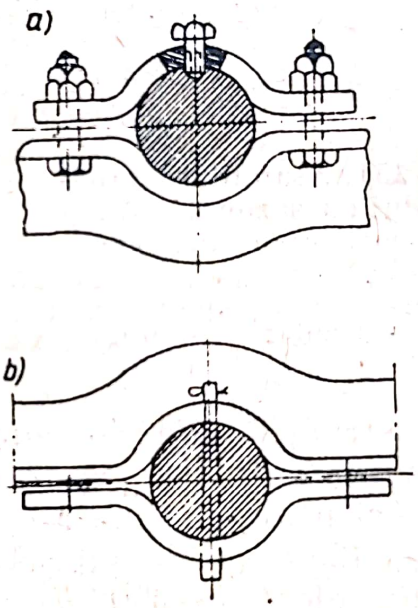


Fig. 254. Fixarea amestecătorului cu brățară, șuruburi și șurub de presare (*a*) sau cu pană (*b*).

majoritatea cazurilor filetul se corodează puternic și piulițele șuruburilor trebuie tăiate sau dăltuite. În sensul modernizării acestor subansamble este în mod deosebit de dorit trecerea la îmbinări fără șuruburi, de exemplu cu ajutorul penelor din textolit (fig. 255). Paletele se fixează pe arborele cu diametrul în trepte cu ajutorul penelor de pe care paletele se pot deplasa și (după îndepărtarea

Scanned with OKEN Scanner

penelor) se pot demonta pe rînd şi scoate prin gura de vizitare; asamblarea amestecătorului se efectuează în ordine inversă. Folosirea textolitului pentru pene este justificată datorită coeficientului de frecare destul de mare între pană şi fundul locaşului

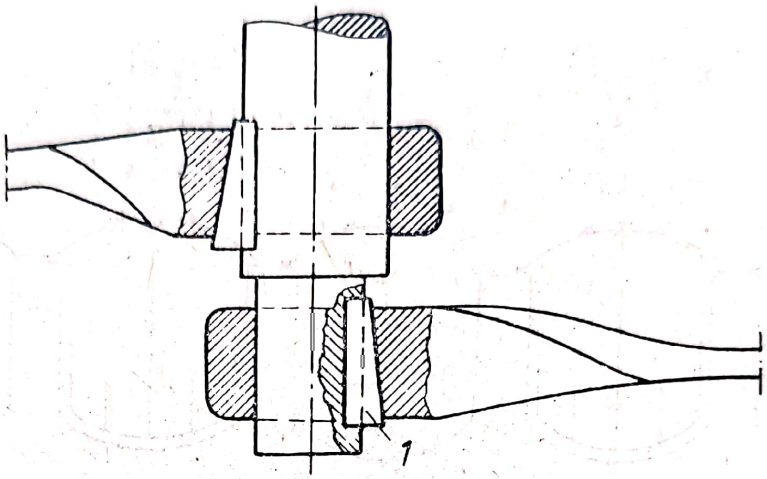


Fig. 255. Fixarea paletelor amestecătorului fără şuruburi cu pene înclinate:
1 — pană de textolit.

paletei şi datorită lipsei produselor de coroziune în locul de îmbinare, care ar îngreuna demontarea. Evident, în cazuri speciale penele pot fi confecţionate (din aceleaşi considerente) din oţel inoxidabil, alamă etc.

Amestecătoarele de construcţie turnată sau sudată, care nu se desfac, cer pentru repararea sau înlocuirea lor demontarea capacului aparatului.

Arborii amestecătoarelor se cuplează cu arborii verticali ai acţionărilor prin intermediul cuplajelor şi în locurile de trecere prin capacul aparatelor se etanşează cu cutii de etanşare.

În fig. 256 sînt reprezentate cinci scheme de montaj al arborilor amestecătoarelor în lagărele radiale şi cele axiale, care se caracterizează prin următoarele deosebiri importante:

Schemele a şi *c* se caracterizează prin prezenţa unui lagăr radial în partea inferioară a aparatului sub amestecător. Lagărele axial şi radial superior, după schema *a*, sînt aşezate sub cuplaj şi în acest fel arborele amestecătorului are două reazeme, independente de arborele de acţionare, iar după schema *c* lagărele axial şi radial superior se află deasupra cuplajului şi aparţin arborelui de acţionare.

Schemele b şi *d* se caracterizează prin lipsa lagărului inferior radial. Deosebirea dintre variantele *b* şi *d* în privinţa aşezării

subansamblelor lagărelor superioare corespund deosebirii dintre variantele *a* și *c*.

Schema e se caracterizează prin lipsa oricărui fel de ghidaj al arborelui amestecătorului și prin așezarea celor două subansamble ale lagărelor numai în capul de acționare.

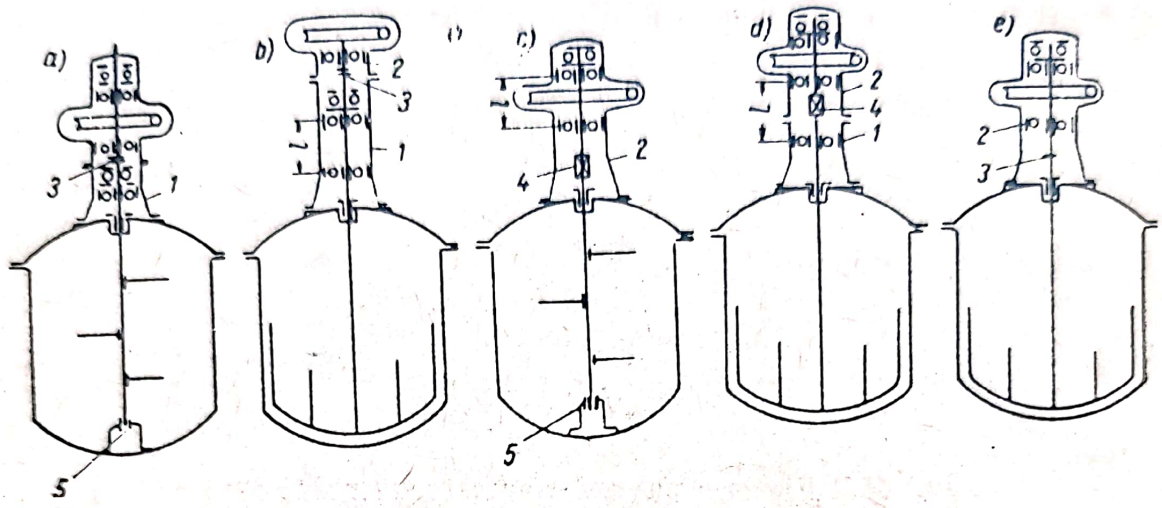


Fig. 256. Schema ghidării și susținerii amestecătorului cu cap de acționare cu melc, în căldare:

1 — suport; *2* — cap de acționare; *3* — cuplaj elastic; *4* — cuplaj rigid; *5* — lagăr inferior radial.

Din examinarea schemelor *a*—*d* rezultă că construcția optimă a amestecătoarelor (din punct de vedere al duratei de funcționare a lagărelor și a presetupei) este cea corespunzătoare schemei *a*, care asigură coinciderea permanentă a axei arborelui amestecătorului cu axele lagărelor și axa presetupei. Tocmai în acest caz își îndeplinește presutupa funcția sa de etanșare și nu servește (în dauna etanșeăității) drept element de ghidare suplimentară pentru arbore.

Schema b este destul de satisfăcătoare cu condiția asigurării unei distanțe mari *l* între cele două lagăre superioare.

Schemele c și *d*, care se întîlnesc foarte des în practică, asigură o durată satisfăcătoare de funcționare a pieselor numai în cazul folosirii unor cuplaje de legătură rigide, care pretind o centrare foarte precisă între arborele amestecătorului și cel de acționare. Utilizarea cuplajelor semirigide sau elastice scade pretențiile față de centrare, dar provoacă uzura rapidă a presetupelor care sînt nevoite să preia încărcările radiale curente și întîmplătoare de la arborele amestecătorului.

Schema e este fără îndoială defectuoasă, deoarece în cazul aplicării ei nu se poate apăra presetupa de sarcini radiale.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, una dintre sarcinile modernizării căldărilor cu amestecătoare trebuie să fie aducerea aparatelor la schemele *a* sau *b* sau, în caz extrem, la schemele *c* și *d*, dar cu folosirea obligatorie a cuplajelor rigide. Piesele amestecătoarelor care se uzează sînt paletele (datorită acțiunii corozive și abrazive a mediului), lagărele (cel interior, din cauza frecării în mediul produsului, iar cel exterior, în condițiile obișnuite ale frecării cu ungere), arborele, în primul rînd pe porțiunea de etanșare în cutia de etanșare, bucșa de etanșare a cutiei de etanșare și a garniturii ei.

Uzura paletelor amestecătoarelor se admite de obicei în limite mari și de aceea înlocuirea sau încărcarea lor prin sudură se efectuează numai la reparații capitale. Totuși, pretenții speciale se pun față de uzura marginilor amestecătoarelor răzătoare de tip ancoră. În funcție de condițiile de conducere a procesului în căldare, jocul normal între marginea paletei și peretele vasului se stabilește în limite de 5—20 mm, iar mărimea admisibilă a uzurii se limitează la 5—10 mm, datorită cărui fapt încărcarea prin sudare a marginilor se efectuează mai des.

Uzura orificiilor în lagărele interioare din interior, precum și uzura fusului corespunzător al arborelui, atinge deseori valori foarte mari, pînă la 5—10 mm, iar un astfel de lagăr își pierde valoarea de element de ghidare, care fixează arborele și protejează presetupa de uzură și scăpări. O astfel de situație se explică prin alegerea nesatisfăcătoare a materialului cuzineților acestor subansamble, care deseori funcționează în medii corozive și abrazive. Pe baza unei analize minuțioase a condițiilor concrete pot și trebuie să fie alese pentru cuzineți materialele cu cea mai lungă durată de funcționare.

În special pot fi întrebuințați cuzineți cu acoperire din aliaj dur, cauciuc (în special pentru suspensii abrazive), grafit cu cauciuc, textolit, masă plastică pe bază de lemn, fluoroplast, grafit etc. Este indicat ca fusurile arborelui (în ghidajele interioare și în presetupă) să fie protejate cu manșoane de schimb sau să fie încărcate prin sudură cu aliaje rezistente la uzură și la coroziune — cu oțel H18N9, stelit, sormait.

Uzura orificiilor pentru arbore în bucșele cutiilor de etanșare trebuie să fie limitate și se normează în limitele de (0,03—0,04) d_a, deoarece cu creșterea jocului se mărește eroziunea garniturii și împingerea ei în interiorul aparatului.

La asamblarea de reparație a amestecătorului trebuie să fie asigurată centrarea arborelui în bucșa cutiei de etanșare (jocul 0,1 d_a) și centrarea cu arborele capului de acționare (conform normelor prezentate la p. 128 referitor la cuplaje rigide).

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

Ф. Г. Банит. Ремонт оборудования цементых заводов. Промстройиздат, 1951.

Н. Н. Воскресенский. Ремонт машино-дорожного парка. Дориздат, 1949.

Г. И. Зеленков, А. П. Крившин, П. С. Фраенов. Технология ремонта дорожных машин. Дориздат, 1951.

С. К. Кольцов, И. И. Капустин. Ремонт оборудования легкой промышленности. Гизлегпром, 1951.

А. А. Луковцев. Ремонт заводского оборудования. Машгиз, 1952. Повышение долговечности машин и передовые методы их ремонта. Труды конференции Монитомаш. Машгиз, 1949.

М. Сапожников, Ф. Г. Банит. Ремонт и монтаж оборудования. Промстройиздат, 1952.

Н. Г. Шепелев. Организация ремонта механического оборудования на углеобогатительных фабриках. Углетехиздат, 1953.

Capitolul I

Ю. С. Борисов. Планово-предупредительный ремонт в промышленности СССР. Машгиз, 1949.

Д. П. Иноземцев. Организация ремонта оборудования производства искусственного волокна. Гизлегпром, 1951.

Министерство строительства предприятий тяжелой индустрии. Инструкция по организации ремонта строительного оборудования, 1949.

МПСМ СССР. Временное положение об организации ППР на цементных заводах, 1950.

МХП СССР. Положение об организации ППР на химических заводах, 1952.

Л. А. Мацкин, А. М. Ананьин. Организация ремонтного хозяйства нефтебаз. Гостоптехиздат, 1948.

Capitolul II

Б. Д. Грозин. Износ металлов. Гостехиздат Украины, 1951.

Д. А. Драйгер. Износ деталей машин. АН СССР, 1948.

П. Е. Дьяченко. О борьбе с износом машин. Вестник Машиностроения, № 7 (1950).

К. А. Зайцев. Основы учения о трении, износе и смазке. Машгиз, 1947.

Б. И. Костецкий. Износостойкость деталей машин. Машгиз, 1950.

Р. В. Кугель. О повышении долговечности машин. Вестник Машиностроения, № 7 (1950).

«Повышение долговечности машин», Сборник. Машгиз, 1956.

Scanned with OKEN Scanner

«Повышение износостойкости и срока службы машин». Сборники докладов. Укрмашгиз, 1953 и 1956.

С. С. Слободянников. Удлинение срока службы деталей судовых механизмов. Судпромгиз, 1953.

Смирнов. Сроки службы основных деталей аппаратуры. Химическое машиностроение, № 3—4 (1939).

Л. М. Цигельный. Об износе основных деталей дробильно-сортировочных машин. Механизация строительства, № 3 (1949).

Capitolul III

С. Р. Антощенко. Применение сталинита для наплавки изнашивающихся частей механизмов. Цемент, № 3 (1948).

В. А. Батманов. Сварка в ремонте оборудования. Вып. I, II, III, Машгиз, 1951 — 1952.

Ф. Ф. Бенуа, А. М. Богданов. Ремонт судовых валов электродуговой сваркой. Речиздат, 1948.

Г. И. Бернадский. Опыт применения искровой обработки при ремонте строительных машин. Механизация строительства, № 4 (1949).

Ю. С. Борисов. Сокращение расхода цветных металлов при ремонте оборудования. Вестник Машиностроения, № 11 (1954).

Bradburn, Keir, Tayberson. Ремонт деталей наплавкой. Machinery, № 5 (1947).

В. А. Буталов. Заменители дефицитных металлов и сплавов. Машгиз, 1955.

Бюллетень, технико-экономической информации, № 12, 9 (1951).

А. А. Вельмин. Опыт сварщика А. Г. Назарова—сварка пучком электродов для наплявки чугуна. Техника железных дорог, № 8 (1950).

А. М. Ветвицкий, Х. М. Токарь. Применение металлизации в заводских условиях. Вестник машиностроения. № 10 (1950).

ВНИИавтоген. Руководящие материалы. Вып. 5 «Эксплуатация металлизационных аппаратов». Машгиз, 1955.

И. С. Вороницин. Современные способы восстановления деталей покрытиями при ремонте оборудования. ЛДНТП, 1955.

Г. Д. Вольперт. Наплавка износоустойчивыми сплавами. Промстройиздат, 1953.

Ф. С. Вольфовская. Новый способ сварки чугуна. Техника железных дорог, № 4 (1950).

М. А. Дымшиц, Т. С. Токарь. Улучшение эксплуатации оборудования и повышение его долговечности. Машгиз, 1956.

Я. Я. Зильвестр. Порядок ремонта фигурного вала. Химическая промышленность. № 10 (1951).

Т. П. Иванов. Электроискровое упрочнение деталей машин на аппарате ЦНИИТМАШ ИЕ2. Вестник машиностроения, № 10 (1954).

Информ. техн. листок, № 14 (159) 1950. Ленинградский Дом техники. Новый метод восстановления деталей машин.

Информ. техн. листок, № 45, июнь 1949. Ленинградский дом техники. Пористое хромирование.

Н. В. Катц, Е. М. Линник. Электрометаллизация Сельхозгиз, 1953.

Ф. А. Кудинович. Восстановление деталей машин электролитическим железнением. Машгиз, 1952.

Scanned with OKEN Scanner

TABLĂ DE MATERII

Prefaţa Editurii Tehnice 3
Prefaţă 7
Introducere 9

Partea întîi

ORGANIZAREA ŞI TEHNOLOGIA REPARĂRII UTILAJULUI

Cap. I. **Sistemul reparaţiilor preventive planificate ale utilajului din uzinele chimice**

Sisteme de reparaţii 11
Sistemul şi metodele de reparare a utilajului în uzinele chimice .. 12
Planificarea reparaţiilor în sistemul RPP 16
Planificarea aprovizinării cu piese de schimb 22
Elaborarea tehnologiei de reparare 26
Planificarea programului atelierelor de reparaţii 29

Cap. II. **Degradările pieselor în procesul de exploatare şi prevenirea lor**

Aspectele degradării pieselor 31
Noţiuni de bază despre uzura prin frecare 32
Influenţa proprietăţilor materialelor pieselor asupra uzurii lor .. 36
Influenţa ungerii asupra uzurii pieselor 44
Influenţa calităţii suprafeţei şi a modului de prelucrare asupra uzurii 51
Determinarea duratei de funcţionare a pieselor 53
Degradarea suprafeţelor 58

Cap. III. **Recondiţionarea pieselor degradate**

Metodele de recondiţionare a pieselor 61
Prelucrarea pieselor la dimensiuni de reparaţie 64
Metalizarea 66
Încărcarea prin sudare 80
Recondiţionarea prin turnare a pieselor din subansamblele cu frecare 96
Recondiţionarea prin metodele încărcării cu scîntei electrice şi prin vibrocontact 100
Recondiţionarea pieselor prin metode electrochimice 104
Recondiţionarea prin metoda cu piese suplimentare 111
Recondiţionarea pieselor uzate prin metoda schimbării plastice a formei 117
Recondiţionarea prin sudare a pieselor cu suprafaţă degradată .. 119

Cap. IV. **Bazele generale ale tehnologiei reparării maşinilor**

Noţiuni fundamentale în domeniul demontării şi asamblării reparaţiilor 132

Scanned with OKEN Scanner

Demontarea pentru reparare a maşinilor 137
Prelucrarea pieselor pentru repararea maşinilor 146
Lucrări de ajustare în timpul asamblării 149
Asamblarea maşinilor reparate 157
Controlul în cursul asamblării 170
Echilibrarea în cursul asamblării 183
Încheiere 197

Partea a doua

REPARAREA MAŞINILOR ŞI APARATELOR CHIMICE

Cap. V. **Repararea compresoarelor**

Repararea compresoarelor cu piston 199
Repararea compresoarelor rotative şi a pompelor de vid 224
Repararea pompelor cu inel de apă 230

Cap. VI. **Repararea maşinilor centrifuge**

Repararea pompelor centrifuge 240
Repararea ventilatoarelor 250
Repararea suflantelor şi a compresoarelor centrifuge 258
Repararea centrifugelor 264

Cap. VII. **Repararea maşinilor cu tambur**

Introducere 274
Repararea filtrelor cu tambur şi cu discuri 275
Repararea morilor cu bile 280
Repararea cuptoarelor cu tambur şi a uscătoarelor cu tambur 293

Cap. VIII. **Repararea concasoarelor**

Introducere 304
Repararea concasoarelor cu fălci 304
Repararea morilor cu ciocane 311

Cap. IX. **Repararea maşinilor pentru prelucrarea materialelor plastice**

Repararea preselor hidraulice 316
Repararea amestecătoarelor, valţurilor şi calandrelor 332
Repararea maşinilor cu melc 350

Cap. X. **Repararea reductoarelor şi capetelor de acţionare (antrenare)**

Introducerea 354

Cap. XI. **Repararea utilajului chimic**

Problemele fundamentale pentru repararea utilajului chimic 370
Pregătirea pentru reparare, curăţire şi stabilirea defectelor 374
Repararea suprafeţei degradate şi a formei recipienţilor sudaţi .. 386
Repararea aparatelor nituite 389
Probele de verificare a recipienţilor 392
Repararea aparatelor tubulare (schimbătoare de căldură etc.) 395
Repararea coloanelor de rectificare 403
Repararea căldărilor şi reactoarelor 409
Bibliografie 420

Scanned with OKEN Scanner

OPERAȚII ȘI UTILAJE DIN INDUSTRIA CHIMICĂ

EM. A. BRATU
Nivel superior, legat.
Vol. I. 42 coli
Vol. II. 32 coli

Volumul I al cărții conține o parte pregătitoare în care se discută noțiunile și metodele generale de lucru (calculul tehnic și reprezentarea grafică, analiza dimensională și similitudinea, bilanțul materialelor și bilanțul caloric), utilă pentru împrospătarea unor cunoștințe fundamentale, operațiile hidrodinamice și operațiile în sisteme polidisperse, cu descrierea aparaturii respective.

Volumul II tratează operațiile termice și operațiile bazate pe difuziune.

Lucrarea cuprinde, de asemenea, numeroase exerciții, cele mai multe date în formă tabelară, avînd avantajul clarității și al unei prezentări ordonate a rezolvării problemelor.

Se adresează inginerilor din industria chimică, institute de cercetări și de proiectare din sectorul chimic, cum și studenților de la facultățile de chimie industrială și de mecanică (secția utilaj chimic).

Lucrarea este utilă și inginerilor din industria petrolieră, farmaceutică, alimentară, ușoară, celulozei și hîrtiei, deoarece o mare parte din operațiile și utilajele descrise sînt larg răspîndite și în aceste industrii. De asemenea, lucrarea oferă indicații folositoare inginerilor proiectanți și constructori ai utilajelor respective.

MANUALUL INGINERULUI MECANIC
Vol. I, II și III

Într-o nouă redactare, „Manualul inginerului mecanic" cuprinde, în trei volume, bazele teoretice și practice ale specialității generale de inginerie mecanică, tratînd suficient de dezvoltat următoarele secțiuni: Materiale, Rezistența materialelor, Teoria mecanismelor și a mașinilor, Organe de mașini și Tehnologia construcției de mașini.

În noua concepție, „Manualul inginerului mecanic" se adresează tuturor inginerilor mecanici, indiferent de natura uzinei, atelierului sau institutului în care lucrează.

Au apărut:

Volumul I — 796 pagini, legat 1/1 pergamoid, 57,50 lei, care cuprinde secțiunile: Materiale, Rezistența materialelor și Teoria mecanismelor și a mașinilor.

Volumul II — 268 pagini, legat 1/1 pergamoid, 32,20 lei, care cuprinde secțiunea Organe de mașini.

Va apare:

Volumul III, care este în curs de elaborare și va cuprinde secțiunea Tehnologia construcției de mașini.

Scanned with OKEN Scanner

E R A T Ă

Pag.:	Rînd:	În loc de:	Se va citi:	Din vina:
188	5 jos	kg/cm	kg · cm	Tipografiei
195	formulă	$\ldots \frac{C_0 C_2}{C_1 C_0}$	$\ldots \frac{\bar{C}_0 C_2}{C_1 C_0}$	"
199	fig. 94 legendă	28R	2 R	Editurii
208	22 sus	S421—40	SCI21—40	"
343	col. 8	A 90—100	A 90—110	"
377	11 jos	paste:	se va citi la sfîrșitul rîndului	Tipografiei

91.669 Repararea utilajului în uzinele chimice.

Scanned with OKEN Scanner

CĂRȚI APĂRUTE

E. L. HOLLAND-MERTEN

Tehnica vidului

Traducere din limba germană

880 pag. lei 49,80

I. GRIGORIU, L. BADEA

Controlul și reglarea automată în tehnologiile chimice

324 pag., lei 19,70

L. ESAYAN, M. ESAYAN

Fluidizarea

356 pag., lei 14,70

GH. BUZDUGAN ȘI ALȚII

Fundații de mașini

428 pag. lei 23,50

S. I. TITKIN

Ventilatoare și aspiratoare

Traducere din limba rusă

356 pag. lei 13

V. F. RIS

Compresoare centrifuge

Traducere din limba rusă

318 pag. lei 19

Lei 22,50

Scanned with OKEN Scanner